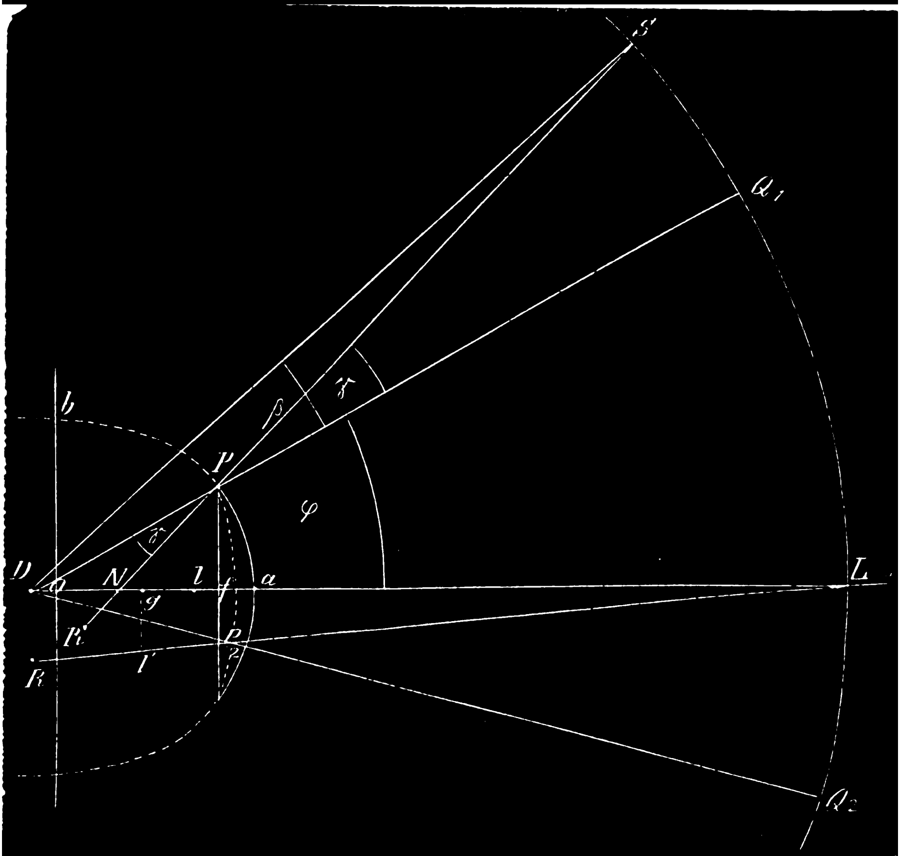


Albrecht von Graefes Archiv für klinische und experimentelle ...



ALBRECHT VON GRÆFE'S
ARCHIV
FÜR
OPHTHALMOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. F. ARLT
IN WIEN

PROF. F. C. DONDERS
IN UTRECHT

UND

PROF. TH. LEBER
IN GÖTTINGEN.

EINUNDZWANZIGSTER JAHRGANG
ABTHEILUNG II.
ODER
EINUNDZWANZIGSTER BAND
ABTHEILUNG II.

MIT HOLZSCHNITTEN UND TAFELN.

BERLIN, 1875.
VERLAG VON HERMANN PETERS.

Inhalts-Verzeichniss

zu

Band XXI, 2. Abtheilung.

Ueber den Reflex in der Umgebung der Macula lutea.

Von

Dr. Brecht in Berlin.

Hierzu Tafel I und II.

Bei der ophthalmoskopischen Untersuchung jugendlicher Individuen sehen wir bekanntlich oft einen silberglänzenden Reflex, der die Macula lutea umgiebt. Liebreich*) schildert denselben zuerst folgender Weise: „Untersucht man den dunkelpigmentirten Augenhintergrund eines jugendlichen Individuums im umgekehrten Bilde, während man mit dem Spiegel ganz leichte Bewegungen macht, so umkreist der grauliche Schimmer, der den Nervenfasern (welche im Bereich der Macula lutea bekanntlich nicht in continuirlicher Schicht vorhanden sind) seinen Ursprung verdankt, einen rundlichen oder ovalen scharf abgegrenzten Fleck: dieser Fleck, etwas grösser als die Papille ist glanzlos und hinter ihm die Chorioidea etwas dunkler pigmentirt. In seinem Centrum bemerkt man ein kleines helles Pünktchen (die Mitte der Fovea

---

*) Graefe's Archiv IV. 2, pag. 301.

centralis), umgeben von einem rostfarbenen Hofe, der nach der Peripherie schnell an Deutlichkeit abnimmt". Schirmer*) sagt von dem Phänomen: „Bei allen jugendlichen Individuen erkenne ich die Macula lutea zuerst an einem sie umkreisenden querovalen, hellglänzenden Reif von der Dicke einer Retinalarterie erster Grösse. Der innere Rand dieses Reifens ist scharf, der äussere aber mit kurzen, dichten und feinen Strahlen versehn". Aehnlich sagt Mauthner:**) „Dies Queroval besteht in einer silberglänzenden Linie, welche nach innen zu einen vollkommen scharfen Rand besitzt; nach aussen auch gut conturirt sein kann, häufig aber von ausstrahlenden Lichtbüscheln gekrönt ist".

Ich möchte nach eigener Beobachtung das Phänomen in folgender Weise beschreiben: Der silberglänzende Reflex umgiebt in Kinderaugen die querovale Stelle der Macula lutea, welche übrigens unter gewissen Verhältnissen stellenweis selbst glänzen kann, freilich schwächer als die Umgebung. Immerhin ist die innere Grenze des Reflexes scharf ausgeprägt; die äussere dagegen in der Mehrzahl der Fälle nicht, sondern der Glanz verbreitet sich, allmälig schwächer werdend, über die ganze polare Zone und verliert sich allmälig. Oft sieht man freilich auch eine scharfe äussere Begrenzung des Glanzes, sodass ein schmaler glänzender Reif entsteht, welcher kleinere oder grössere Strecken oder die ganze Peripherie der Macula lutea einnimmt, aber dann tritt der Reflex, wenn schon etwas schwächer, sehr nahe daneben wieder auf, um sich noch, oft von Gefässen unterbrochen, über die benachbarte Zone auszubreiten. Ein völliges Fehlen dieses letztern flächenhaften Reflexes, so dass also nur der glänzende Reif übrig bleibt, habe ich nur bei ältern,

---

*) Graefe's Archiv X. 1, pag. 148.

**) Lehrbuch der Ophthalmoskopie, pag. 314.

nicht mehr ganz kindlichen Individuen beobachtet. Und noch möchte ich eine Bemerkung erwähnen, die gewiss auch viele Andere gemacht haben, die ich aber nirgends beschrieben finde. Wenn ich das Phänomen in einem Falle recht deutlich wahrgenommen hatte, und nun, um es noch bequemer studiren zu können, das Auge atropinisirte, so fand ich jedesmal zu meiner Verwunderung die Erscheinung bedeutend geschwächt, wo nicht aufgehoben. Die Erklärung dieses Vorganges werde ich unten zu geben versuchen. Schweigger*) fügt der von Liebreich gegebenen Begründung des Phänomens (dass nämlich der Mangel der zusammenhängenden Nervenfaserschicht den Mangel des Glanzes an der Macula lutea bedinge) noch ein Moment hinzu: Es fehlt in der Macula lutea der in allen übrigen Stellen der Retina sehr innige Zusammenhang der innern Enden der Radiärfasern mit der Membrana limitans interna, respective es fehlen hier die verbreiterten mit der Membrana limitans verschmelzenden Enden der Radiärfasern selbst, was jedenfalls dazu beitragen muss, den Spiegelglanz der innern Netzhautfläche in der Gegend der Macula lutea zu verringern.

Ueber beide Erklärungen urtheilt Mauthner:**) „Sie mögen uns den Mangel des Glanzes der Macula lutea erklären, aber sie erklären uns nicht das Phänomen der leuchtenden Ellipse".

In der That müsste ja danach auch der ganze Augenhintergrund mit alleiniger Ausnahme der Macula lutea glänzen, während wir den Reflex doch nur in der Gegend des hintern Pols, in der Umgebung der Macula lutea als schmalen Reif oder mehr weniger breite Zone bemerken.

---

*) Vorlesungen über den Gebrauch des Augenspiegels, pag. 69.
**) loc. cit. pag. 316.

Bei n der otoskopischen Untersuchung des Trommelfells sieht man in dessen unterer Hälfte einen dreieckigen Reflex, den man sich auch aus einer präsumirten Verdickung der Membran erklärte. Da erwähnte Helmholtz*) „dass das Trommelfell nicht in einer einzigen Ebene liege, sondern seine Mitte oder Nabel durch den daran befestigten Hammergriff stark nach innen gezogen sei in Gestalt eines Trichters, dessen Meridiane gegen seine Höhlung convex sind. Die anatomische Anordnung ist nun der Art, dass die obere Hälfte des Trommelfells fast in gleiche Richtung mit der obern Wand des Gehörgangs zu liegen kommt, und die untere fast senkrecht auf der Axe dieses Ganges steht. Die Folge davon ist, dass die letztere das von aussen in der Axe des Gehörganges in das Ohr geworfene Licht wieder gegen den Ausgang des Gehörganges zurückwirft und deshalb als eine dreieckige glänzende Stelle erscheint."

Nach Analogie dieser Erklärung kam ich auf den Gedanken, dass man sich das oben beschriebene ophhalmoskopische Phänomen auf ähnliche Weise erklären könnte, wenn man an Stelle der Macula lutea eine vielleicht durch das Fehlen der Nervenfaserschicht bedingte Verdünnung der Retina annehme, eine wenn auch sehr geringe Niveauverschiedenheit der Oberfläche, eine runde oder querovale Delle. Da der hintere Knotenpunkt und der Mittelpunkt des Auges nicht zusammenfallen, sondern um etwa 4,2 Mm. von einander entfernt sind, so treffen nur Strahlen, die in der Axe des Auges einfallen, die Tangente ihres Berührungspunktes in der Netzhaut rechtwinkelig. Nur solche werden, sofern sie überhaupt von der Membrana limitans interna gespiegelt werden, in sich selbst zurückgeworfen und kommen dann natür-

*) Die Mechanik der Gehörknöchelchen. Pflüger's Archiv für Physiologie, I. Jahrgang, pag. 14.

lich in das beobachtende Auge zurück. Strahlen, die einen Punkt von der Excentricität z. B. der Papille in der Netzhaut treffen, wie a b (in Figur 1)*) bilden mit dem Einfallsloth den Winkel a b c und werden in einem dem letztern gleichen Winkel o b c nach der andern Seite reflectirt, in der Richtung b c, verlassen also die Pupille schon nicht mehr. Indess sind die den hintern Pol treffenden Strahlen nicht die einzigen, die wieder durch die Pupille zurückgeworfen werden und so in das Auge des Beobachters gelangen können.

Da nämlich die Pupille nicht ein Punkt ist, sondern eine messbare Ausdehnung hat, so können auch Strahlen, die in einen nicht zu grossen Winkel zur Axe in das Auge einfallen und die Retina in einem nicht zu weit vom hinteren Pole entfernten Punkt treffen, so reflectirt werden, dass sie aus der Pupille zurückgeworfen werden. Der Strahl d e würde in e f reflectirt die Pupille passiren und zwar würde e der äusserste Punkt sein, der Richtungsstrahlen so reflectirte, dass sie wieder die Pupille träfen und e g würde der Durchmesser des Kreises sein, der bei der Augenspiegelbeleuchtung dem Beobachter ein regelmässiges Reflectiren zeigte; weiter excentrisch gelegene Stellen würden frei von dem regelmässigen Reflex nur das diffuse Licht zur Pupille senden, aus dem nachher das ophthalmoskopische Bild construirt wird.

Danach würden wir nun aber die ganze polare Zone, wie ich sie nennen will, in der Ausdehnung e g in dem besprochenen Silberglanze sehn, was doch bekanntlich nicht der Fall ist. Denken wir uns jetzt, dass in der Gegend des hintern Pols (an Stelle der Macula

*) Die Figur hat einen Vertikaldurchmesser von 2″, analog dem unten geschilderten künstlichen Auge, ist also etwa 2,5 Mal so gross als das menschliche Auge. Dem entsprechend sind auch die übrigen Verhältnisse gewählt (mit Ausnahme der Iris).

lutea) die innere Netzhautoberfläche eine etwas stärkere Krümmung besitze, wie sie durch das allmähliche Aufhören der Nervenfaserschicht bedingt sein könnte, so leuchtet von selbst ein, dass Richtungsstrahlen, die auf diese mehr concaven Wandungen fallen, in viel grösserem Winkel abgeleitet werden und die Pupille nicht mehr erreichen.

Der Strahl h f (in Figur II) trifft einen Punkt der (sehr übertrieben concaven) Delle $\epsilon\gamma$, welche ihrerseits ganz innerhalb des Kreises e g liegt; aber der Strahl wird jetzt in f l reflectirt und trifft die Pupille nicht mehr. Nur die den Polpunkt und seine nächste Umgebung, deren Tangenten ja fast rechtwinkelig zur Axe liegen, treffenden Strahlen würden in die Pupille zurückgeworfen, wenn nicht hier sich die stark concav gekrümmte Fovea centralis befände. Der Pol dieser letztern reflectirt nun wirklich sichtbar für den Beobachter, oder besser: die Fovea centr. liefert als Hohlspiegel ein physisches Flammenbildchen in ihrem Brennpunkt, was wir bekanntlich als leuchtenden Punkt oder Stern beim Ophthalmoskopiren beobachten.

Es erhellt aus dem Obigen, dass die Oeffnung der glänzenden polaren Zone, resp. die Breite des glänzenden Ringes direct abhängig ist von dem Durchmesser der Pupille.

Die erstere ist gleichsam ein Bild der letzteren, und man sieht in geeigneten Fällen auch sehr deutlich, dass sich die glänzende Zone mit einer Kreislinie gegen den nicht spiegelnden aber noch erleuchteten Augenhintergrund absetzt.

Bei enger Pupille wird die glänzende Zone schmaler sein, als wenn sie, trotzdem das Licht auf die Macula lutea auffällt, leidlich gross bleibt, wie bei manchen Kinderaugen; und bei der sehr engen Pupille etwas älterer Individuen wird sie gar nicht mehr als solche

sichtbar werden. Es wird hier nur der schmale Reif übrig bleiben: einmal wegen der Enge der Pupille und ferner weil in späteren Jahren mit der abnehmenden Durchsichtigkeit der Membranen und der brechenden Medien der Reflex nur da sichtbar wird, wo die Bedingungen zu seinem Entstehen noch die besten sind. Dass dies aber in der nächsten Nähe der Macula lutea der Fall ist, werde ich unten darzuthun suchen.

Doch ist bisher nur auf die Richtungsstrahlen Bezug genommen, während man hier, wo es sich nicht um die Construction eines Bildes, sondern nur um Reflex-, um Glanzerscheinungen handelt, auch die Randstrahlen, welche nicht durch den Knotenpunkt gehn, berücksichtigen muss.

Der Gang der Strahlen beim Ophthalmoskopiren ist der: Wenn die Beleuchtungsflamme sich in 15″ befindet, so würde ein Spiegel von 6″ Brennweite in 10″ ein Flammenbild entwerfen; wenn wir nun die Linse (+ $^1/_2$) in $7^1/_2$″ Entfernung von unserem Auge und in fast 2″ von der Cornea des beobachteten Auges halten, so bildet sich das Flammenbildchen A (Fig. II a) in 0,9″ oder 23,5 Mm. hinter der Linse und in etwa 20,5 vor der Hornhaut des beobachteten Auges. Es kann hier durch leichte Drehungen des Spiegels mehr zur Seite, wie auch nach oben und unten vor der Pupille verschoben werden. Wenn man die Randstrahlen nicht ignorirt, so bezeichnen in Figur II a*) die Punkte r und s die Grenzen des Reflexes: Der Randstrahl t r trifft die Retina rechtwinklig in r, wird also in sich selbst zurückgeworfen und verlässt die Pupille; alle von weiter unten kommenden Strahlen, werden nach weiter unten reflectirt.

---

*) Die Pupille ist hier nicht zu 7 Mm. wie in dem Phantom, sondern zu 8,3, wie man sie durch die Hornhautvergrösserung im Phantom sieht, angenommen.

Ebenso verhält es sich mit p s; alle von weiter oben kommenden Strahlen werden weiter nach oben reflectirt als p, verlassen also die Pupille nicht mehr, was aber die nicht durch den Mittelpunkt o gehenden Strahlen betrifft, so bilden pf und tf die äussersten Grenzen: tf wird nach fp reflectirt und was von weiter unten als tf kommt, würde auch weiter nach oben als p reflectirt. Ebenso verhält es sich oben, r s ist also der Durchmesser des glänzenden Kreises. Das Phantom zeigt, wie unten pag. 19 auseinandergesetzt ist, genau die erwartete Grösse des glänzenden Kreises resp. Ringes. Danach wird also in Figur I bei der dort angenommenen Pupillengrösse, die reflectirende Zone nicht e g, sondern r b sein, denn h r wird in sich selbst zurückgeworfen.

Ferner bieten aber auch die Randstrahlen Gelegenheit, die Macula lutea selbst reflectiren zu lassen; z. B. wird in Figur II der Randstrahl g f in sich selbst reflectirt und ebenso die, welche von ein wenig höher oder tiefer als g ausgehend, den Punkt f treffen. Ebenso verhält es sich mit p r. Aber es erhellt auch aus der Figur II, dass, je kleiner die Pupille ist, um so geringer die Zahl der Randstrahlen sein wird, die von der Macula lutea in die Pupille zurückgeworfen werden. Je kleiner sie ist, um so mehr nähern sich die Randstrahlen dem Parallelismus und den Richtungsstrahlen. Das Phantom zeigt, dass bei mässiger Pupillenweite die Randstrahlen nicht so sehr stören, um nicht eine recht scharfe Grenze des dunkeln Feldes und der glänzenden Umgebung zu zeigen.

So wird sich nun auch die auffallende Erscheinung erklären lassen, dass bei atropinisirter Pupille, wie pag. 3 erwähnt, das Glanzphänomen sehr an Deutlichkeit verliert. Je weiter die Pupille ist und je breiter die homocentrischen Lichtbündel, umsomehr von den schief einfallenden Randstrahlen werden von der Macula lutea

zur Pupille reflectirt werden, die Contraste und die Grenzen werden verwischt und das ganze Phänomen wird undeutlicher. Dazu kommt freilich noch ein anderes Moment: bei grosser Pupille dringt überhaupt viel Licht in das Auge, wird von der Netzhaut zumeist diffus reflectirt, und zwar nicht bloss gegen die Pupille hin, sondern auch gegen andere Theile der innern Häute geworfen und hier zum Theil wieder reflectirt. So entsteht eine merkliche Beleuchtung, gegen welche die zarten Reflexe der Memb. limit. int. für den Beobachter verschwinden. So sieht man letztere ja auch besser in dunkel pigmentirten Augen als bei blonden Individuen. Am deutlichsten erscheint das Phänomen in den Augen brünetter Kinder bei mittlerer Pupillenweite.

Der Pupillendurchmesser ist, wie gesagt, massgebend für die Breite der glänzenden Zone. So ist es auch in der Wirklichkeit, doch sehen wir den Reflex nicht ganz plötzlich aufhören, sondern allmälig vom Rande des gelben Fleckes nach der Peripherie hin abnehmen; abgesehen davon, dass er vielfach auf Grund von darüberhin laufenden Gefässen unterbrochen wird. In Fig. III*) befindet sich das Flammenbildchen des Augenspiegels 19,5 Mm. vor dem vordern Brennpunkt φ' des beobachteten Auges. Es folgt daraus, dass die von einem Punkte α der Flamme ausgehenden Strahlen (die blauen Linien) im Auge convergiren und in der Netzhaut den Zerstreuungskreis d e bilden. In dem letzteren reflectirt unter anderem der vom Richtungsstrahl $\alpha\varphi''$ getroffene Punkt φ'' das Licht diffus (die schwarzen Linien), und die durch die Pupille dringenden Strahlen b f und c g verlassen letztere parallel und werden von der Sammellinse $1/2$ in einem Punkt P vereinigt, zu einem Bilde von

*) Die Figur stellt das reducirte Auge in 2facher Vergrösserung aller Verhältnisse dar.

φ''. Daneben wird aber ein Theil der Strahlen, die in der Richtung $\alpha\varphi''$ den Punkt φ'' treffen von der Membr. limit. intern. gespiegelt in der Richtung des (rothen) Strahles φ'' h. Der Letztere wird aber beim Verlassen des Auges, da es sich um ein homocentrisches Bündel in einem emmetropischen Auge handelt, parallel den übrigen von φ'' ausgehenden Strahlen gebrochen werden und kommt so nach P.

Der Beobachter sieht also in P die Vereinigung von zwei Strahlengruppen, von denen die eine ein physisches Bild des Netzhautpunktes darstellt, während die andere uns einen Theil der Beleuchtungsflamme repräsentirt. Beide sind in einem Punkte vereinigt und wenn letztere einmal das Uebergewicht bekommt, so kann sie das Bild der anderen ganz verdecken, wie man es bisweilen an Kinderaugen findet. Aehnlich wie uns ein dem Fenster gegenüberhängendes Oelbild durch den Glanz des Firniss verdeckt wird.

Der von einem tiefern Punkte β der Flamme A ausgehende Richtstrahl β m wird nach mn reflectirt, trifft also die Pupille nicht mehr. Wohl aber könnte ein Randstrahl eines den Punkt β benachbarten Bündels den Punkt m in einer solchen Richtung zum Einfallsloth treffen, dass der gespiegelte Strahl die Pupille verlässt. In Figur IV trifft der vom Bündel des tiefer gelegenen Punktes γ ausgehende Randstrahl γ s m den Punkt m gerade in der Richtung des Einfallslothes o m, wird so in m s reflectirt und verlässt dann die Pupille in der Richtung s t. Den Punkt m wird also bei dieser Stellung des Flammenbildchens der Beobachter nur im Wege des Randstrahles m s t glänzen sehen.

Während also die mehr centralen, am Rande der Macula lutea gelegenen Punkte glänzen sowohl vermöge ihrer Richtungsstrahlen als der Randstrahlen benachbarter Bündel, reflectiren die mehr peripheren, nahe der

Grenze der polaren Zone gelegenen Punkte nur vermöge der Randstrahlen benachbarter Bündel.

So mag es geschehen, dass die letzteren durchweg schwächer glänzen, dass bessere Bedingungen nöthig sind, sie überhaupt glänzen zu lassen, dass sie in späteren Jahren, wo die Durchsichtigkeit und Reflexionsfähigkeit der Membranen continuirlich nachlässt, überhaupt nicht mehr glänzen.

Damit wäre eine Erklärung gegeben, weshalb wir bei Kindern die polare Zone in grosser Ausdehnung glänzen sehen, während wir bei etwas älteren Individuen den Glanz meist nur in nächster Nähe der Macula lutea bemerken. Immerhin ist aber damit der scharfe äussere Rand des elliptischen glänzenden Reifens, den wir so oft sehen, noch nicht erklärt; denn, um nur das Eine zu erwähnen: wenn derselbe von dem Pupillarrand direct abhängig wäre, so müssten wir ja einen sphärischen äussern Rand haben, während wir einen elliptischen überall gleich breiten Reif sehen.

Wir müssen uns hier zunächst mit einem andern Glanzphänomen beschäftigten, welches wir an den Gefässen des Augenhintergrundes, und zwar in viel grösserer Excentricität als die polare Zone reicht, bemerken. Es besteht dies in glänzenden Streifen, die die Arterien begleiten und welche von allen Autoren erwähnt werden und bei Kindern leicht zu sehen sind. Liebreich*) sagt darüber: „Es werden oft die Retinalgefässe von hellglänzenden Streifen begleitet, die bei kleinen Drehungen des Spiegels von einer Seite der Gefässe zur andern überspringen".

Und Schirmer**): „Ich machte die Bemerkung, dass dieser Glanz an der dem Kernlicht des Augen-

*) v. Graefe's Archiv IV. 2, pag. 149.
**) v. Graefe's Archiv X. 2, pag. 149.

spiegels abgewandten Seite des Gefässes sichtbar wird. Nur selten sieht man auf beiden Seiten der Adern zugleich, wenn dieselben ziemlich in der Mitte des beleuchteten Feldes liegen, diesen glänzenden Streifen".

Dagegen muss ich bemerken, dass ich an Gefässen, wenigstens an solchen, die ausserhalb jener in toto glänzenden polaren Zone liegen, den glänzenden Streifen immer nur an einer Seite des Gefässes und zwar der der Macula lutea abgewandten Seite gesehen habe. Dasselbe meint wohl Schirmer, wenn er sagt: „ich bemerkte, dass dieser Glanz an der dem Kernlicht des Augenspiegels abgewandten Seite sichtbar wird".

Bekanntlich umgeben zwei von der Papille kommende Gefässe in einem sanften Bogen die Macula lutea. Wenn man zuerst letztere fixirt hat und nun die Augenaxe ein wenig erheben lässt, so dass die obere Netzhauthälfte und in ihr jenes obere horizontale Gefäss in die Gesichtslinie kommt, so sieht man die obere Seite, im umgekehrten Bilde also die untere des Gefässes glänzen. Umgekehrt ist es bei geringer Neigung des Blickes, wo man im umgekehrten Bilde die obere Seite des horizontalen Gefässes glänzen sieht. Ganz entsprechend verhält es sich an vertikalen Gefässen bei seitlicher Blickrichtung, immer glänzt die der Macula lutea abgewandte Seite; und ebenso bei Netzhautgefässen die mehr excentrisch gelegen sind.

Auch diese Erscheinung erklärt sich aus der Niveauverschiebung der Membrana limitans, welche, wenn sie die Retinalgefässe überbrückt, sich von beiden Seiten über die innere Oberfläche der Retina dachförmig erhebt.

Wenn in Figur V*) c und d die Stellen jener oben erwähnten Netzhautgefässe bezeichnen, so wird der Strahl

*) Figur V stellt das reducirte Auge nach Listing in doppelter Grösse dar und ist hier als Sagittalschnitt zu denken.

a s so reflectirt, dass c b nicht mehr die Pupille trifft; soll er sie treffen, so muss sich die Tangente seines Berührungspunktes b im Sinne von m n neigen. Dies aber geschieht durch die obere Seite des Daches, in welchem die Membrana limitans das Gefäss c überbrückt. Diese Niveauverschiebung der Membrana limitans durch die Gefässe giebt also den Anlass zu den glänzenden Streifen, welche letztere begleiten, so wie auch nach meiner Meinung zu den „Lichtbüscheln, welche nach Mauthner*) bisweilen den silberglänzenden Ring an der Aussenseite krönen" und zu den Zeichnungen, welche nach Schirmer**) „feinverästelten, hellglänzenden Eisblumen der Fensterscheibe ähneln".

Ich hatte Gelegenheit, diese Verhältnisse an den Gefässen in dem Auge eines Mulattenknaben unseres Waisenhauses zu studiren. Hier, wo das dunkle Pigment der Tapetschicht fast gar kein Licht von der Choriocapillaris durchlässt, wo der Augenhintergrund mehr grau als roth aussieht, treten die zarten Reflexerscheinungen der Retina viel deutlicher hervor als in dem germanischen Auge, wo das rothe Licht der Chorioidea alles andere vernichtet. Hier sah man, wie der Reflex an den Gefässen an einzelnen Stellen breiter war, als an andern, weil die Limitans interna, um das Gefäss zu überbrücken, schon früher die Ebene der Retina verlassen hatte und so nach Art der Falten wellige und geflammte Linien entstanden.

Uebrigens hat Loring***) einen ähnlichen Gedanken ausgeführt, der mir zuerst aus den Referaten in Nagel's Jahresbericht†) bekannt wurde. Aber ich

*) loc. cit. 314.

**) loc. cit. 149.

***) E. G. Loring. Halo round macula Transact. Amer. ophth. pag. 73—81.

†) loc. cit. pag. 160 und 191.

halte die Erörterungen für physikalisch nicht ganz richtig. Er sagt, auf die bekannte Zeichnung Max Schulze's*), die den Durchschnitt der Macula lutea darstellt, weisend, folgendes: „Die Gegend, welche in der Zeichnung dargestellt ist, hat in ihrer Form eine entschiedene Aehnlichkeit mit einem flachen Becher dessen Rand durch eine convexe und dessen Grund durch eine concave Oberfläche dargestellt wird. Wenn wir auf diese gekrümmten Oberflächen als Spiegel blicken, so würden sie Beide ihre Brennpunkte haben, deren einer hinter dem andern liegt, je nach ihrem Krümmungsgrad. Wenn nun Licht vertical auf diese Combination von gekrümmten Flächen geworfen wird, so würde die Kante des äusseren Randes oder der convexen Oberfläche nach bekannten optischen Gesetzen erleuchtet erscheinen, während die innere oder concave Fläche mehr weniger im Schatten erscheinen würde. So also würden wir das Bild eines dunkeln Centrums, umgeben von einem beleuchteten Rande haben".

Loring scheint zu glauben und in der Zeichnung Max Schultze's zu sehen, dass die Retina, bevor sie sich zu der Macula lutea verdünnte, erst noch eine Verdickung erführe, so dass also ein erhabener Reif, ein Wall die Macula lutea umgebe und bei den Experimenten, die er ausgeführt hat, wird allerdings solch ein Wall provocirt. Er hat auf das Loch eines metallischen Augenspiegels ein rundliches Eisen gesetzt und durch einen Schlag auf dasselbe eine zarte Vertiefung in der Umgebung der Perforation hervorgebracht. Durch Ansetzen einer vorn offenen Holzkapsel an den Spiegel hat er die Camera obscura vollendet (also ohne eine genaue sphärische Krümmung, ohne ein emmetropisches System von Linse und Hornhaut) und hat jetzt das Phantom

*) Archiv für mikroskopische Anatomie. Tafel VI, Figur 1.

ophthalmoscopirt und so den glänzenden Reif in der Umgebung des Loches gefunden. Es lässt sich aber leicht erweisen, dass, wenn man irgend ein Metall mit einem rundlichen oder conischen Stempel eindrückt oder perforirt, ohne dass ein Kern wirklich herausgetrieben wird, es dann auf beiden Oberflächen deutlich hervorquillt. Es muss ja als dehnbarer Körper zur Seite weichen und so allerdings einen sichtbaren Wall bilden, dessen Scheitel senkrecht auffallendes Licht reflectirt, während die Seitenwände es seitlich ablenken.

Ganz dasselbe gilt von einem anderen Experiment, wo er ein Staniolblättchen mit einer Nadel durchstach, ein zweites gegen die feine Oeffnung andrückte und an diesem in ähnlicher Weise wie zuerst, den glänzenden Ring ophthalmoscopisch betrachtete.

Solch ein Wall entsteht aber nicht bei dem Durchschnitt zweier ungleicher Kugeloberflächen und auch dann nicht, wenn die Kanten abgerundet sind. Die Richtungsstrahlen treffen an den Wänden des kleinen Kugelabschnittes (der Macula lutea oder Fovea centralis) immer auf so geneigte Flächen, dass sie nach innen abgelenkt, nicht zur Pupille zurückgeworfen werden. Auch zeigt die Zeichnung Max Schulze's, die er selbst abbildet, diesen Wall nicht. Loring hat nicht berücksichtigt, dass es ankommt auf die Lage der stärkeren Krümmung im hinteren Pol eines sphärischen Apparates mit brechenden Flächen, deren Knotenpunkt vor dem Mittelpunkt der Kugel liegt.

Denken wir uns aber den Uebergang der beiden Kugeloberflächen ineinander nicht plötzlich, sondern allmälig, wie es ja wahrscheinlich der Fall ist, so kann der Durchschnitt derselben an dieser Stelle eine sanft gebogene Linie darstellen, deren Convexität nach vorn und innen gerichtet ist.

Wenn nun die Richtungsstrahlen des Augenspiegels

nicht in der Axe einfallen, sondern z. B. bei etwas erhobener Augenaxe den obern Rand der Macula lutea treffen, so fallen sie hier allerdings auf eine leicht convexe Fläche, die je nach ihrer stärkeren oder geringeren Beugung einen breiteren oder schmäleren streifenartigen Reflex des Augenspiegels giebt und zwar würde er in diesem Falle im umgekehrten Bilde am unteren Rande der Macula lutea erscheinen. Derselbe kann aber wohlgemerkt immer nur höchstens einen Quadranten des Kreises einnehmen, nie auch nur annähernd das Phänomen zur Hälfte oder in toto darstellen und ebensowenig den flächenhaften Glanz der polaren Zone erklären*).

Eine pathologische Beobachtung, die ich machte, bestärkte bei mir die oben entwickelte Theorie. Im Frühling 1872 wurde mir ein 10jähriges Mädchen vorgestellt, die vor 3 Tagen an Neyritis fulminans innerhalb einer Viertelstunde völlig erblindet war. Die ophthalmoscopische Untersuchung zeigte eine leichte Schwellung der Papillen; mir aber fiel besonders an einer derselben auf, dass die innere von der Macula lutea abgewandte Seite dieses Hügels eine breite glänzende Zone zeigte, die je nach der Haltung des Spiegels von der Spitze bis zur Basis des Kegels wanderte. Mit der Heilung des Prozesses schwand das Phänomen mehr und mehr.

Die Erklärung ist nach Obigem einfach: Der Strahl a b (Fig. II), der einen Punkt der normalen Papille trifft, wird nach b c reflectirt und erreicht die Pupille nicht; soll er diese treffen, so müsste sich die Tangente des Punktes b in dem Sinne von m n bewegen, was augen-

---

*) Uebrigens macht Loring l. c. auch eine Bemerkung über die glänzenden Streifen an den Gefässen, die er auch auf Niveauverschiebung bezieht, ohne jedoch den Vorgang näher zu erläutern.

scheinlich an der innern Seite des Papillarberges geschieht.

Dass diese Erscheinung nicht öfter beobachtet ist, mag darin liegen, dass Neyritis mit merklicher Schwellung bei Kindern selten ist und bei Erwachsenen wieder die Membranen und brechenden Medien viel von ihrer Durchsichtigkeit und ihrem Glanz verloren haben.

Und noch eine zweite, mir nicht weniger interessante pathologische Beobachtung möchte ich erwähnen:

Im Frühling 1868 behandelte ich ein 11jähriges anämisches Mädchen, die in einer Nacht an Neyritis retrobulbaris des rechten Auges erblindet war. Das ophthalmoskopische Bild glich, abgesehen von den noch auf Druck pulsirenden und nicht haardünnen Arterien, ganz dem der Embolia centralis Retinae. Das Sehvermögen stellte sich nicht wieder her und nach einem Jahre zeigte sie ganz das Bild der centralen Atrophie. Ich sah die Patientin noch öfter und bemerkte zuerst im Frühjahr 1873, dass, während links die elliptische dunkle Scheibe mit umgebendem Glanze sehr schön sichtbar erschien, auf dem rechten Auge wohl die Fovea centralis sich ganz deutlich markirte, von dem glänzenden Ringe aber keine Spur zu sehen war, sondern ein matter Glanz ohne alle Differenzirung über die ganze polare Gegend bis an den Rand der Fovea centralis glitt. Gerade so sah ich es auch noch im März 1874.

Wir sehen also hier die Erscheinung — einen sphärischen, im Hintergrunde des Auges gelegenen, in seiner Grösse von dem Durchmesser der Pupille abhängenden, nur von der Fovea centralis unterbrochenen Reflex —, wie wir sie immer im normalen Auge haben **müssten**, wenn nicht die Einbiegung an Stelle der Macula lutea vorhanden wäre.

Wenn es nun, wie ich glaube, feststeht, dass Liebreich's Theorie nicht hinreicht, so bleibt uns nur fol-

gende einfache Erklärung: Bei der Atrophie aus extraocularen Ursachen schwindet mit dem Nervus opticus bekanntlich nur die Nervenfaser- und die Ganglienschicht der Retina. Wenn aber die Faserschicht schwindet, so schwindet auch die centrale Depression ihrer innern Oberfläche und damit das besprochene Phänomen. Dagegen bleibt natürlich das Bild der Fovea centralis intact, weil sie in alle übrigen Retinalschichten ausser der Stäbchenschicht hineinreicht.

Um die Theorie zu prüfen, liess ich folgendes künstliche Auge anfertigen: Es wurde eine Glasschale mit dem Radius 1″ geschliffen mit matter äusserer Oberfläche. In dem Pol der inneren Oberfläche liess ich eine möglichst kleine Delle schleifen mit 7/8″ Radius. Die Delle zeigte einen Durchmesser von 6 Mm.; und es berechnet sich ihre Tiefe im Mittelpunkt auf 0,0249 Mm. In ihrer Mitte wurde noch eine zweite stark concave sphärische Vertiefung von 1,2 Mm. angebracht, um die Fovea centralis darzustellen. Die Scheibe wurde hinten mit rothen Velourpapier überdeckt und vorn durch eine angesetzte Messingschale zu einer Kugel vervollständigt. Vorn wurde in dieselbe als Hornhaut eine sphärische Glasscheibe mit dem Radius 20 Mm. eingesetzt (entsprechend den Verhältnissen des menschlichen Auges und ganz gleich denen der Figur II a). Die Hornhautaxe aber wurde um 6° nach Aussen gewandt, wodurch zugleich die sehr störenden Spiegelbilder beim Ophthalmoskopiren gemildert werden. — 10 Mm. hinter der Hornhaut befindet sich ein Metallschirm als Iris mit einer kreisförmigen Perforation von 10 Mm. und einer Vorrichtung, mittels der man eine Pupille von 7 und 5 Mm. einschalten kann. — Hinter dieser, die Stelle des hintern Knotenpunktes (18,5 Mm. hinter der Hornhaut) einnehmend, befindet sich eine Glaslinse von 1¼″ Brenn-

weite. Die vordere Kammer sowie der Glaskörperraum wurden mit Wasser gefüllt.

Ophthalmoscopirt man jetzt das Präparat (siehe Figur VII)*) so sieht man in der polaren Gegend eine völlig dunkele, matte kreisrunde Scheibe von etwa 12 Mm. Durchmesser mit haarscharfen Rändern. Diese umgiebt eine intensiv glänzende Zone, welche bei der Pupille von 7″ Durchmesser eine Breite von etwa 4,5 Mm. hat und deren äussere Begrenzung allmälig aber doch mit bestimmbarer Grenze in den erleuchteten aber nicht glänzenden Augenhintergrund übergeht.

Um den Durchmesser des glänzenden Kreises resp. Ringes festzustellen und ihn mit r s Figur II a, pag. 3 zu vergleichen, verglich ich ihn mit der dunkeln Scheibe, deren wirklicher Durchmesser uns ja bekannt ist, nämlich 6 Mm. Ich fand die Breite des glänzenden Ringes gerade so gross, wie die Entfernung vom Rande der Macula lutea zu dem Rande Fovea centralis. Der Halbmesser der Macula lutea ist 3,0, der der Fovea centralis 0,6; ihre Differenz 2,4 stellt also jene Entfernung, also auch die Breite des glänzenden Ringes dar. Wenn man sie verdoppelt und zu dem Durchmesser der Macula lutea 6,0 Mm. addirt, so bekommt man den Durchmesser der glänzenden Zone selbst, also 10,8 Mm. Vergleicht man diesen Werth mit r s in Fig. IIa, so findet man, dass sie ganz übereinstimmen: r s ist grösser als 10,5 und kleiner als 11,0.

Bei Benutzung der kleinen Pupille (5 Mm.) ist die glänzende Zone nur etwa 3 Mm. breit, bei der grösseren

*) Die Figur ist nach dem grossen Liebreich'schen Ophthalmoscop gezeichnet, da es der vielen Reflexe wegen nicht leicht ist mit dem gewöhnlichen Augenspiegel ein reines Bild zu erhalten. Hat man mit jenem Instrument einmal eine gute Einstellung gefunden, so kann man damit das Phänomen sehr bequem beobachten und demonstriren.

(10 Mm.) um vieles breiter, so dass das Flammenbildchen des Augenspiegels sie nur sehr partiell ausfüllt und die Zone als solche nur durch viele Drehungen des Spiegels nach einander zum Bewusstsein kommt. Genau im Centrum der dunkelen Scheibe sieht man bei scharfer Einstellung einen leuchtenden Punkt, das physische Flammenbildchen der Fovea centralis. In dessen Umgebung, an den Rändern der Fovea centralis bemerkt man, aber nur bei etwas schiefem Einfallen des Lichtes noch hier und da Abschnitte eines kleineren glänzenden Reifens (Figur VII oben links)*). Er rührt her von dem inneren (centralen) Rande der Delle an der Grenze der Fovea centralis, von den Punkten q und r, Fig. VI. Beobachtet man irgend eine andere, mehr periphere Gegend des Augenhintergrundes, so sieht man nur die mattrothe Zeichnung des Glasschliffes, aber keine Spur eines Reflexes. Man sieht also hier an den betreffenden Stellen sehr deutlich, wie sich die glänzende Zone mit einer Kreislinie gegen den nicht spiegelnden aber noch erleuchteten Augenhintergrund absetzt. Diese Kreislinie ist, wie oben erwähnt, das Bild der Pupille, nicht etwa das des runden Augenspiegels, denn wenn man statt des gewöhnlichen Ophthalmoscopes sich eines quadratischen mit quadratischer Durchbohrung bedient, so erhält man ganz dasselbe Bild, nimmt man aber eine quadratische Pupille, so erhält auch die glänzende Fläche eine quadratische Form.

Der Glanz in dem Phantom ist erstens intensiver als der des Auges. Dies rührt meines Erachtens daher, dass wir es in dem Präparat mit mathematisch sphärischen Oberflächen zu thun haben, während im Auge die Fläche der Membrana limitans interna fort und fort durch die

*) Dieser zweite Reflex ist in der Figur, obgleich er bei den meisten Einstellungen völlig fehlt, der Vollständigkeit wegen mit angegeben.

Erhebung der Retinalgefässe unterbrochen wird. Ferner: die Begrenzungslinie der dunkeln Scheibe ist unvergleichlich schärfer am Phantom, als sie es in der Retina ist, und es durfte dies auch nicht anders sein. Der Durchmesser der Delle ist nämlich ziemlich 6 Mm. und ihre Tiefe (wenn man die Fovea centralis ganz unberücksichtigt lässt) 0,0249 Mm. Die Macula lutea des menschlichen Auges hat dagegen nur etwa 2 Mm. Durchmesser. Es würde danach dasselbe Verhältniss der Radien beider Kugeln 7 : 8 und diese selbst nach den Grössenverhältnissen des menschlichen Auges angenommen die Tiefe der Delle nur 0,0095 Mm. betragen. Nun werden aber mit der abnehmenden Tiefe der Delle die beiden Curven sich immer mehr dem Parallelismus nähern, mithin der Winkel der Tangenten an der Durchschnittsstelle beider Kugeln (am Rande der Macula lutea), das ist der Neigungsunterschied beider Flächen daselbst, ein viel geringerer sein als im Phantom.

Wenn man aber auch dieselben zarten Verhältnisse in dem Schliff darzustellen vermöchte, so würde, wenn ich die Deutlichkeit der ophthalmoskopischen Bilder des natürlichen und des künstlichen Auges mit einander vergleiche, das Phänomen in letzterem noch immer viel zu deutlich sein. Somit aber kämen wir auf eine so geringe Tiefe der Delle, dass es erklärlich ist, dass eine Verdünnung der Retina an dieser Stelle anatomisch bisher nicht nachgewiesen ist resp. nicht nachweisbar ist. Auch sagt Max Schultze*) „Die Netzhaut ist an der Stelle des gelben Fleckes weicher und zu Leichenveränderungen geneigter; und wahrscheinlich durch die leichtere Quellbarkeit erklärt es sich, dass sich, meist sehr bald nach

*) Stricker, Gewebelehre. Die Retina von M. Schultze, p. 1021.

dem Tode, diese Stelle als sogenannte Plica centralis aufwulstet."

Uebrigens bilden auch die beiden Flächen gewiss nicht eine scharfe Kante, sondern gehen in einem sanften Bogen in einander über, entsprechend dem ganz allmäligen Aufhören der Nervenfaserschicht in der Macula lutea.

Der den centralen Lichtpunkt bei etwas schief auffallendem Licht bisweilen umgebende helle Kreisabschnitt ist der Reflex der centraleren Theile der Macula lutea am Rande der Fovea centralis, welche hier wieder annähernd rechtwinklig zu ihren Richtungsstrahlen liegen. Wenn er im menschlichen Auge nicht zu bemerken ist, so könnte es einfach darin seinen Grund haben, dass beide Vertiefungen nicht wie zwei Kugeloberflächen in einander übergehen, sondern in andere Curven*). Er würde z. B. fehlen, wenn die Macula lutea geformt wäre wie der Mantel eines abgestumpften Kegels. Allerdings würde dann wieder die eine Hälfte der Macula lutea glänzen, wenn man das Auge sich ein wenig seitlich richten liesse, weil dann die Strahlen vom Knotenpunkt aus sie wieder ziemlich rechtwinklig träfen; und zwar beim Blick nach innen die äussere Hälfte im umgekehrten Bilde, beim Blick nach aussen die innere. Dies Verhalten aber habe ich öfter bemerkt; es zieht sich bisweilen, wenn eben der Spiegel nicht gerade auf den hintern Pol gerichtet ist, der Silberglanz über eine Hälfte der Macula hinweg, während die andere dunkel bleibt, wir achten nur nicht darauf, weil wir froh sind, wenn wir des Phänomens in seiner ganzen Ausdehnung habhaft geworden sind. Uebrigens habe ich in der That diesen zweiten concentrischen, kleineren glänzenden Ring

*) Nach Henle (Anatomie II, pag. 662) ist die Fovea centralis eine trichterförmige Grube mit sanft geneigten Wänden.

öfter im Auge gesehen und neulich bei einem 15jährigen Mädchen fast gerade so deutlich wie den grössern in der Umgebung der Macula lutea. Ein Irrthum war hier nicht möglich, beide Ringe waren äusserst deutlich und der kleinere wurde je nach den Bewegungen des Spiegels auf der einen Seite breiter, auf der andern schwächer und trat hervor, wenn die Augenaxe und der Lichtkegel einen kleinen Winkel mit einander bildeten. Die Pupille war in diesem Auge ziemlich gross. Das ganze Bild glich so dem im Phantom völlig und war nur etwas weniger intensiv leuchtend.

Das Erscheinen dieses zweiten kleineren Ringes im Phantom machte mich Anfangs an meiner Theorie irre; nachher aber fand ich, durch das Modell aufmerksam gemacht, dasselbe Phänomen auch am menschlichen Auge, das auffallender Weise bisher Niemand erwähnt hat. Der leuchtende Punkt im Centrum der dunkeln Scheibe, das physische Flammenbildchen, entspricht ganz an Entstehung, Gestalt und Ort dem centralen lichten Punkt oder Stern, der in Kinderaugen häufig ist.

Auch steht er nicht immer ganz central, sondern wechselt wie dieser, je nach dem Lichteinfall, in etwas den Ort.

Von den Autoren wird in der Umgebung dieses Lichtpunktes im Bereich der Fovea centralis eine rostbraune oder dunkelrothe Färbung beschrieben. Liebreich erklärt dieselbe aus der (anatomisch) gelben Färbung der Macula lutea und Schweigger daraus, dass an dieser Stelle die Retina sehr dünn ist und deshalb den Farbenton der Chorioidea weniger abdämpft als an allen übrigen Stellen. — Mauthner*) bemerkt gegen die erste Ansicht, dass ja dann der ganze Bereich des gelben Flecks in dieser Farbennuance erscheinen müsste;

*) Lehrbuch der Ophthalmoskopie, pag. 316.

und auch gegen die zweite Anschauung, dass die Netzhaut in der ganzen Ausdehnung der Macula lutea dünn genug sei, um die Farbe der Chorioidea nicht abzuschwächen.

Wenn nun, wie ich glaube, die Oberfläche der Macula lutea auch in etwas zur Papille reflectirt — die Wände der Fovea centralis thuen es sicher nicht, weil sie so stark concav sind, dass alle gespiegelten Strahlen zur Bildung des physischen Flammenbildchens verwendet werden, keiner zur Pupille zurückkehrt. So sehen wir, da die Netzhaut ganz durchsichtig ist, hier nur das rothe oder rothbraune Licht der Chorioidea, ohne an seiner Perception durch Netzhautreflexe wie in der Nachbarschaft gestört zu sein, und deshalb erscheint uns der Farbenton an Stelle der Netzhautgrube intensiver. So sieht man auch am Phantombilde (siehe Figur VII) die Gegend der Fovea centralis dunkler roth, als die übrige Macula lutea.

Etwas, was das Phantom nicht zeigt noch zeigen kann, ist die scharfe äussere (elliptische) Begrenzung des Glanzes, welche wir in manchen Fällen im menschlichen Auge sehen und welche den Reflex als einen schmalen Reifen erscheinen lässt, ganz abgesehen davon, ob der Glanz weiter nach der Peripherie zu wieder erscheint oder nicht. Wir sehen nur im Phantombilde einen etwa 3 Mm. breiten und nur allmälig schwindenden glänzenden Ring. Ich glaube, dass diese scharfe Begrenzung in den meisten Fällen durch 2 ganz feine Gefässchen gebildet wird, die die Macula lutea in nächster Nähe umkreisen und radienförmige Aeste in sie hinein senden.

Ein Blick auf die Figur V zeigt, dass die Membrana limitans, welche Gefässe, die in jener Gegend liegen, überbrückt, an ihrer innern, der Macula lutea zugekehrten Seite nicht glänzen kann und so entsteht

die Unterbrechung des Reflexes, der gleich daneben wieder auftreten kann, noch des öftern in gleicher Weise von. Gefässen unterbrochen.

In einem Falle zeigte sich dies mir noch besonders deutlich: hier bildeten die beiden Gefässchen, als sie sich vor der Macula lutea trennten und ehe sie sich hinter ihr wieder genähert hatten, 2 dreieckige Räume (A und B, Figur VIII) und der Glanz, der in toto den elliptischen Reifen zeigte, nahm ausserdem auch diese Dreiecke ein, um dann zu verschwinden und erst gleich hinter den Gefässen wieder aufzutreten. Wo diese Gefässe fehlen und dennoch Theile dieses Reifens sichtbar werden, getrennt von dem mehr peripheren Flächenreflex oder ganz ohne denselben, da könnte man ihn erklären nach Art der pag. 16 erörterten Anschauung des schiefen Auffallens des Lichtbündels auf den nach vorn innen convexen Rand der Macula lutea.

So kann sich etwa ein Quadrant des glänzenden Reifens bilden, und zwar liegt derselbe dann eigentlich nicht mehr am Rande, sondern im Bereich der Macula lutea. Aber ich habe schon oben mehrmals erwähnt, dass ich auch sonst vielfach den Glanz innerhalb des gelben Flecks habe entstehen sehen. An dem Glasschliff liess sich der allmälige Uebergang der beiden Kugelflächen durchaus nicht darstellen, aber man kann sich eine rohe Vorstellung davon machen, wenn man mit einem scharfkantigen cylindrischen Stempel ein Stückchen aus einem dicken Metallblech herausschlägt. Dabei biegen sich die Ränder etwas um und glänzen, je nach dem Halten der Platte quadrantenweis. In der That glaube ich, dass besonders die letzten Reste des Phänomens in späteren Jahren so zu erklären sind; aber auch in jüngern Jahren mag dieser partielle Reflex bei schiefem Einfall neben dem totalen bei geradem Lichteinfall oft entstehen. Uebrigens giebt es Fälle, wo beide

Erklärungen nicht passen und wo ich mir selbst bisher keine Anschauung über die Entstehung der scharfen äusseren Begrenzung der Ellipse habe bilden können.

Und noch in einem Punkte unterscheidet sich das Bild des Phantoms von dem des Auges. An dem erstern sehen wir nämlich auch im aufrechten Bilde etwas von dem glänzenden Reif, wenn auch nur jedesmal kleine Theile und sehr viel lichtschwächer; was bekanntlich am Auge fast nie gelungen ist. Loring erklärt dies negative Resultat der Ophthalmoskopie wohl nicht mit Unrecht daraus, dass das aufrechte Bild stets viel lichtschwächer ist und zu wenig intensiv, um uns den hier sehr viel grösseren Bogen, den wir nur in kleinen Theilen übersehen könnten, zur Anschauung zu bringen. Ich möchte dem noch hinzufügen, dass, wenn wir überhaupt bei der Untersuchung im aufrechten Bilde bei kleiner Pupille sehr schwer zurecht kommen, wir es noch weniger können, wenn wir dieses ausgedehnte lichtschwache Phänomen erkennen wollen. Wir bedürfen dazu erweiterter Pupillen, dann aber schwinden, wie oben gezeigt, sofort die Glanzphänomen bis zur Unkenntlichkeit.

In dem Phantom, wo wir es mit mathematisch genauen Curven zu thun haben, ist der Glanz gross genug, um auch diese Erscheinung bei mässig weiter Pupille in mässiger Deutlichkeit zu zeigen.

Ueber den Farbensinn bei Sehnervenerkrankungen.

Von

E. Raehlmann.

In den letzten Jahren ist die Physiologie der Farbenempfindung in eine ebenso interessante als wichtige Beziehung zur klinischen Ophthalmologie getreten seit man auf die auffälligen Verhältnisse aufmerksam wurde, welche zwischen Licht- und Farbenempfindung bei verschiedenen amblyopischen Zuständen des Auges zu bemerken sind. — Vorzugsweise ist es das Verdienst Leber's auf die Wichtigkeit dieser Beziehungen zur praktischen Ophthalmologie aufmerksam gemacht und dieselben praktisch verwerthet zu haben.

Ausser Leber sind es besonders Benedick, Schelske, Galezowski, Schirmer und Schoen, welche sich um die praktische Verwerthung der physiologischen Daten schätzenswerthe Verdienste erwarben.

Trotz den umfangreichen Arbeiten und ihren Consequenzen für Diagnose und Therapie liegt die physiologische Erklärung der fraglichen Phänomene noch vollständig darnieder, ja man hat aus ihnen Veranlassung

nehmen zu müssen geglaubt, auf Grund der neuen Entdeckungen an den bestehenden, allgemein angenommenen Theorien bedenklich zu rütteln.

In der That sind die Resultate der neuen Untersuchungen in manchen Beziehungen rückwirkend auf die bestehenden Ansichten über die Wahrnehmung des Lichtes und in dieser Hinsicht haben diese Arbeiten nicht blos praktisches, sondern auch höchstes physiologisches Interesse.

Hier ist die Frage besonders wichtig, ob Zustände existiren, wo bei Veränderungen der Lichtempfindung, bei höherer Empfindlichkeit oder herabgesetzter Empfindlichkeit der Netzhaut gegen allgemeine Lichteindrücke der Farbensinn geändert ist und wie sich zu beiden Zuständen zu dem veränderten Lichtsinn und dem veränderten Farbensinn die Raumempfindung der Netzhaut, die Sehschärfe verhält.

Eine zweite Frage ist die, wie sich diese Zustände veränderter Farbenempfindung auf die verschiedenen Krankheiten des Augenhintergrundes vertheilen, ob sie für gewisse Formen pathognostisch sind oder allen pathologischen Processen mit organischen Veränderungen der empfindenden Theile gemeinsam zukommen.

Die früheren Arbeiten haben diese Fragen zum Theil schon beantwortet, insbesondere hat Leber, Graefe's Archiv, Band XV, 3, S. 26 u. f. eine Classification der Krankheiten des Augenhintergrundes nach den Veränderungen des Farbensinnes angebahnt.

Bemerkungen zu den Untersuchungen mit Pigmenten.

Grösstentheils sind die früheren Beobachtungen mittelst farbiger Papiersorten angestellt, die man

meistens beliebig auswählte und oberflächlich bezeichnete.

Wenn wir jedoch bedenken, dass verschiedene Beobachter bei dem gänzlichen Mangel völlig gleicher Pigmente, ebenso viele Sorten derselben Farbe, unterschiedlich nach Nüancesättigung und Helligkeit anwenden, so werden wir die Grösse des möglichen Unterschiedes in den Resultaten als erheblich genug ansehen dürfen, um an der Zuverlässigkeit der sich anscheinend deckenden Beobachtungen zu zweifeln. Auch die sorgfältigst ausgewählten Stoffe genügen nicht, weil sie für die Intensitäten relativ zu einander nicht genügend Gewähr leisten.

Es ist lange darüber gestritten worden, und diese Frage ist noch jetzt eine offene zu nennen, für welche Farben die Netzhaut am wenigsten empfindlich sei. Bei der Untersuchung der Peripherie der Netzhaut auf ihre Farbenempfindung fand man bald die geringste Empfindlichkeit (kleinste centrale Zone) bestehend für roth, bald für grün!

Man übersah offenbar den Einfluss der Intensität und der Sättigung der einzelnen Farben, die bei der verschiedenen Mischung unserer Pigmente bedeutend ins Gewicht fällt.

Ich besitze z. B. diverse Sorten rother und grüner Pigmente, je nachdem ich das hellere Roth und das dunklere Grün oder die umgekehrte Anordnung wähle, greift bei der Prüfung der Netzhautperipherie die Zone des Grün über die des Roth und umgekehrt. Man begreift leicht, dass unter solchen Umständen Differenzen in den Resultaten bei verschiedenen Beobachtern kaum zu vermeiden sind und dass für die Aufstellung bestimmter Gesetzmässigkeiten in der Stärke der Energien die Erfahrungen an Farbstoffen nicht massgebend sein können. Hier ist nur die sich gleich bleibende lebendige Kraft

der Aetherschwingungen, die Farbenreihe des Spectrums einzig ausreichend.

Anders ist es, wenn man behufs Controle der Empfindungszustände der Netzhaut mit Pigmenten experimentirt, um z. B. Besserungen oder Verschlimmerungen, also Erweiterung resp. Einengung der peripheren Farbencurven nachzuweisen.

Da sind dann Pigmente, falls man immer dieselben nimmt und die Beleuchtung als gleich voraussetzen darf, durchaus am Platze und vollkommen zureichend! — Ich wende seit längerer Zeit ausschliesslich nur noch zu diesem Zwecke Pigmentfarben an und habe dieselben so ausgewählt, dass sie für mein Auge sich ähnlich verhalten wie das farbige Licht des Spectrums; d. h. ich habe mir ein Roth ausgesucht, welches eher seitlich verschwindet als Grün u. s. w.

Ich glaube, dass nur solche Untersuchungen zu ernsten Resultaten führen können, welche ganz durchaus auf physiologischer Basis angestellt und nach einer gewissen physiologischen Richtung gemacht werden.

Methode der Untersuchung mit Spectralfarben.

Die rein physiologischen Prüfungen des Farbensinnes bewirke ich aus diesem Grunde nur noch mit Spectralfarben und zwar achte ich hier auf folgende Punkte:

1) Welche Farben werden, wenn sie einzeln, isolirt dem Auge geboten werden, richtig benannt, oder welche werden verwechselt?

2) Wie verhält sich die Farbenerkenntniss, wenn mehrere Farben der spectralen Reihe nebeneinander zur Beurtheilung kommen?

3) Wie verhalten sich die Empfindlichkeiten für die

einzelnen Farben relativ zu einander und zur Empfindlichkeit des gesunden Auges?

Was die erste Reihe der Prüfungen angeht, so isolire ich behufs derselben die einzelnen Farben aus dem subjectiven Spectrum eines Spectralapparates.

Ungefähr in dem Brennpunkte der Objectivlinse des Ocularrohres ist eine Spaltvorrichtung angebracht, welche in einer Blende befindlich ist, die bei fixirtem Rohr verschoben werden kann und jeden Theil des Spectrums durch Abblendung des übrigen zu isoliren gestattet: der in der Blende befindliche Spalt kann verschieden breit eingestellt werden. Das Ocular des Fernrohres ist mittelst eines Knopfes verschieblich und kann dem Spalt genähert und von ihm entfernt werden. Der Spalt selbst wird mit dem Tubus bewegt, d. h. vor- und zurückgeschoben.

Es wird so die Bedingung erfüllt, für die verschieden brechbaren Strahlen das Ocular einstellen zu können.

Zuerst wird nun untersucht, ob sämmtliche Farben richtig erkannt werden, wenn man den Spalt so breit macht, dass das ganze Spectrum eingestellt ist, also keinerlei Abblendung vorgenommen wird. Dann werden einzelne bestimmte Töne isolirt und der betreffende Kranke aufgefordert, die Farbe anzugeben. Indem man nun die Farbenqualität wechselt, kann man die Natur einer bestehenden Störung der Empfindung leicht eruiren.

Diesen Prüfungen schliessen sich jene an, über Verkürzung der Spectralenden. Wo eine hinreichende Sehschärfe besteht, benutze ich die Beleuchtung der photographischen Skala und lasse die Stelle direkt bezeichnen, wo die Grenze des Roth und Violett gesehen wird.

In anderen Fällen, den meisten, wo die Sehschärfe erheblich gelitten, blende ich das ganze Spectrum ab, bis auf die äussersten Enden.

Wenn sich bei Untersuchung eines Patienten mit einem Sehnerven, Netzhaut oder Chorioidealleiden bei dieser einfachen Prüfung keine Unsicherheit in der Benennung der Farben insbesondere keine Verkürzung der Spectralenden herausstellt, stehe ich von weiteren Prüfungen ab, da ich durch eine Reihe von Untersuchungen belehrt bin, dass in solchen Fällen keine Störungen gefunden werden.

Es werden jedoch diese Prüfungen bei verschiedener Intensität des Lichtes ausgeführt. Wenn die grösste Genauigkeit nicht erforderlich ist, wie in den meisten Fällen, regulire ich die Beleuchtungs-Intensität durch die veränderte Weite des Spaltes am Collimatorrohre des Apparates; in Fällen, wo grössere Genauigkeit nothwendig ist, insbesondere zur Feststellung der Empfindlichkeit eines Auges für eine bestimmte Lichtart, messe ich das zugelassene Licht direkt nach Polarisation in einem Systeme von Nicols, wie ich es früher Graefe's Archiv, Bd. XX. 1 näher beschrieben habe. Nach der Grösse des Winkels, den die Hauptschnitte der Nicols mit einander bilden, bestimmt sich bekanntlich die Quantität des durchgelassenen Lichtes. Die Grösse dieses Winkels kann an einer Gradtheilung am Apparate bequem abgelesen werden.

Falls sich irgend welche Störungen der Empfindung bei diesen Prüfungen verrathen, setze ich die Beobachtungen fort, indem ich mehrere Farben zugleich dem Auge einstelle; zunächst der spectralen Reihenfolge nach

nebeneinander. Ich kann so feststellen, ob der Uebergang zwischen Roth und Gelb oder Gelb und Grün u. s. w. erkannt wird, oder ob zwei nebeneinanderliegende Töne für identisch genommen werden. Ich habe oft bemerkt, dass z. B. Gelb und Grün als einfarbig genommen wird, wenn bei der Beobachtung des ganzen Spectrums die einzelnen Töne richtig gesondert wurden; und lege auf diese Prüfungen besonderen Werth bei gewissen Anfangszuständen von Sehnervenerkrankung, wo sich auf diese Weise, wie wir unten sehen werden, die Störungen zuerst manifestiren.

Dann stelle ich zwei verschiedene Farben gesondert von einander ein, und prüfe nun in ähnlicher Weise. Die Isolirung wird hier durch zwei Blenden bewirkt, deren jede einen feinen Spalt trägt. Die Distanz der 2 Spalten lässt sich ändern, derart, dass, während der eine z. B. auf die Linie B eingestellt ist, der andere Spalt von D aus so verschoben wird, dass er alle Töne von D nahezu bis F erreicht, und nach dem Willen des Beobachters das Licht einer beliebigen Wellenlänge zwischen diesen Linien einstellt und isolirt. Der Mechanismus der Blendvorrichtung ist derart, dass sich die beiden Blenden an ihrem inneren Ende theilweise übereinander schieben. Wenn sie ad maximum übereinandergeschoben sind, haben die Spalten einen minimalen Abstand; es steht dann der erste auf Roth, der zweite auf Gelb! Wenn die Blenden so regulirt — auseinandergeschoben — sind, dass ihre Ränder aneinanderstossen, sind die Spalten am weitesten von einander entfernt und steht dann der erste auf Roth, der zweite auf Grünblau.

Bei Individuen mit completer Farbenempfindungsstörung, wo also überraschende Irrthümer und Verwechslungen vorkommen, prüfe ich mittelst dieser Vorrichtung, welche Töne nach Farbe und Helligkeit beurtheilt, identisch genommen werden.

Wenn ich nämlich, wie eben auseinandergesetzt ist, den einen Spalt auf Roth eingestellt und fixirt habe, steht der andere Spalt beim Maximum der Annäherung der Blenden auf Gelb. Ich stelle nun dem betreffenden Beobachter die Aufgabe, den zweiten Spalt so lange zu verschieben, bis eine Farbe sich einstellt, welche vollkommen der ersten, also dem Roth gleich ist. Es bleibt jetzt übrig, noch festzustellen, in wie weit die absolute Empfindlichkeit für die einzelnen Wellenlängen des Spectrums abgenommen hat.

Ich bestimme daher die Quantität des Lichtes, welche von o an stetig zunehmend zuerst Empfindung hervorbringt und vergleiche die erhaltene Grösse mit den für das gesunde Auge in derselben Weise eruirten Daten.

Da das zur Hervorbringung der minimalen Empfindung erforderliche Lichtquantum der Empfindlichkeit umgekehrt proportional gesetzt werden darf, kann ich die bei den betreffenden Individuen relativ zum gesunden Auge veränderte Empfindlichkeit durch bestimmte Zahlen ausdrücken.

Soweit es thunlich ist, untersuche ich ferner, bei Kranken, welche Farbenstörungen verrathen, auch die Peripherie der Netzhaut auf ihre Farbenempfindung und zwar mittelst Pigmentfarben bei Anwendung derselben Beleuchtung. Die erhaltenen Curven, welche die Grenze der Farbenzonen ausdrücken, werden zur Ermittlung von Besserungen resp. Verschlimmerungen des Uebels mit den zu andern Zeiten an denselben Individuen gewonnenen verglichen.

Die Prüfungen des Lichtsinnes, soweit solche ausgeführt sind, sind angestellt mittelst des von Förster

angegebenen Lichtmessers, die Prüfung der Sehschärfe in gebräuchlicher Weise mit den Schnellen'schen Proben.

Charakter der Empfindungsstörung.

Die Befunde, welche sich an eine Reihe von Untersuchungen knüpfen, welche nach der besprochenen Methode an einer Menge von Augenkranken in den letzten Jahren von mir angestellt sind, lassen sich in kurzen Sätzen zusammenfassen:

I. Jene Empfindungsstörungen sind einander sämmtlich ähnlich und können zurückgeführt werden auf gewisse Erregbarkeits-Veränderungen der Nervenendorgane welche die Farbenperception vermitteln. Die Veränderungen der Empfindung sind dieselben wie bei den verschiedenen Graden des Daltonismus.

II. Die verschiedenen Modificationen, unter welchen sich der Farbensinn, den verschiedenen Krankheitsprocessen folgend, bei Augenkranken manifestirt, entsprechen verschiedenen Stadien jener sich durchbildenden Erregbarkeitsumänderung.

Es giebt hier keine Rothblindheit, Grünblindheit oder Violettblindheit der früheren Autoren, sondern nur veränderte Bedingungen der Aufnahme und Leitung der betreffenden Wellenlängen; es entsprechen den letzteren nicht so viele verschiedene Erregungszustände im Sehnervenapparate.

Die Art und Weise dieser veränderten Aufnahme und Leitung, wie sie mir am wahrscheinlichsten ist, behalte ich mir vor in einem anderen Kapitel zu besprechen; es sei hier nur soviel bemerkt, dass die Empfindlichkeit für die verschiedenen Farben bei solchen Augenkranken, wie wir unten sehen werden, durchaus verschieden ist

von der Empfindlichkeit des gesunden Auges, dagegen grosse Aehnlichkeit bietet mit den Empfindlichkeitsverhältnissen der normalen Netzhautperipherie und dass die Empfindlichkeit nicht für alle Farben gleichmässig abnimmt bei der Durchbildung der pathologischen Processe, sondern für die eine Farbe bedeutend und unverhältnissmässig tiefer sinkt als für die andere.

In ihrer höchsten Entwicklung sind diese Zustände dadurch charakterisirt, dass im Spectrum 2 Farben gesehen werden, die höchste Empfindlichkeit besteht dann für Gelb; nach beiden Seiten fällt die Empfindlichkeit sehr rasch; dabei kann das eine Spectralende, oder es können beide verkürzt gesehen werden.

Verlauf der Empfindungsstörung bei Sehnervenatrophie.

Unter den Krankheiten des Augenhintergrundes, welche mit Störungen der Farbenempfindung einher gehen, ist die vornehmste und für unsere Betrachtungen wichtigste die Sehnervenatrophie. Für diese Krankheitsform halte ich die Perversion der Farbenempfindung, wie wir sie beschreiben werden, für pathognostisch, und zwar glaube ich, kann man durch die Resultate einer genauen Prüfung der Farbenempfindung jene 2 Gruppen von Atrophien streng gesondert auseinander halten, welche sich übrigens auch dem ophthalmoscopischen Bilde nach scheiden, jene der gewöhnlich auf centralen Ursachen beruhenden und jene sich an periphere Processe der Retina und Chorioidea anschliessenden Atrophie.

Ich habe ca. 40 Fälle von Sehnervenatrophie genau untersucht und gefunden, dass bei der eigentlichen

gemeinen Atrophie, ophthalmoscopisch gekennzeichnet durch scharfe Grenzen der Papille, bläuliche oder grünweissliche Verfärbung derselben und deutliche Gefässatrophie-Störungen der Farbenempfindung nie fehlen.

Hier ist zu bemerken:

a) dass ich bei jener Form von Atrophie, welche sich bei Retinitis pigmentosa vorfindet, jedoch auch oft genug in Augen vorgefunden wird, wo keinerlei Pigmentbildungen in der Netzhaut gefunden werden, wo die ophthalmoscopische Untersuchung im aufrechten Bilde eine schmutziggelbliche Verfärbung der Papille, verwaschene Grenzen derselben und auffallend enge Gefässe zu Gesichte bringt, bisher in keinem Falle eigentliche Störungen der Empfindung nachweisen, wohl aber die bekannte erhebliche Abnahme des Lichtsinnes bestätigen konnte.

b) Dass sich auch nach meinen Erfahrungen keine Störungen vorfinden bei jenen Formen von Amblyopie, welche mit mehr oder weniger Recht auf Atrophie bedingt durch übermässigen Genuss des Alkohols oder Tabacks zurückgeführt werden. Gewöhnlich habe ich hier die Farbenempfindung normal gefunden.

In einigen Fällen dieser Art habe ich, nachdem leichtere Störungen der Empfindung, Verwechslung einzelner Töne etc. einige Zeit vorher constatirt waren, zugleich mit dem Eintritt auffallender Anzeichen von Atrophie, complete Farbenempfindungsstörung folgen sehen.

c) Die Störungen der Empfindung sind den Stadien des Fortschreitens der Atrophie meistens entsprechend, gehen jedoch oft den ophthalmoscopischen Befunden voraus. In allen Fällen jedoch, wo ophthalmoscopisch ausgesprochene Atrophie gefunden wurde, bestand für meine Beobachtnngen complete Farbenverwechslung und Zweifarbigkeit des Spectrums.

Die Sehschärfe kann sich vorübergehend bessern, das Gesichtsfeld — für Farben — kann sich erweitern, während die Empfindungsstörungen fortschreiten.

Leichtere Störungen der Farbenempfindung können vorübergehend verschwinden. Bei beginnender Atrophie, wenn oft ophthalmoscopisch kein sicheres Krankheitszeichen die progressive Abnahme des Sehvermögens erklärt, finden sich eigenthümliche Aenderungen der Empfindung gegenüber einigen Farben des Spectrums. Gewöhnlich sind es die mittleren Töne Gelb und Grün, welche zuerst eigenthümlichen Verwechslungen unterliegen.

Es kommt gewöhnlich vor, dass Grün für Weiss erklärt wird, sowohl wenn das ganze Spectrum eingestellt ist, als auch, wenn das Grün allein, isolirt von den übrigen Farben, dem Beobachter vorliegt. Ich habe die Erfahrung gemacht, dass diese Verwechslung des Grün mit Weiss meistens bei Anwendung höherer Lichtstärke eintritt, in Fällen, wo bei mässigeren Lichtstärken das Grün noch richtig erkannt wird. Gewöhnlich wird dann Gelb schon zum Grün gerechnet, beide Farben werden dann vom Kranken oft als Weiss bezeichnet. Letzterer sieht dann im Spectrum Roth, Weiss und Blau. Auch Violett wird gewöhnlich nicht mehr unterschieden, sondern zum Blau gerechnet.

In einem späteren Stadium des Processes — gewöhnlich ist dann auch schon mit dem Augenspiegel die Atrophie nachweisbar —, wird dann die Störung der Empfindung auffallender und dem Kranken selbst bei seinen Beschäftigungen merklich. Während in jenem ersten Stadium, beim Vorlegen farbiger Pigmente, meist noch sicher und richtig sortirt wird, und der Kranke selbst gewöhnlich sich nicht einmal einer Empfindungsveränderung bewusst ist, werden jetzt bereits grobe

Irrthümer in der Bezeichnung farbiger Stoffe gemacht und sind solche dem Kranken selbst gewöhnlich schon aufgefallen in Folge der öfteren Correction durch seine Umgebung.

Im Spectrum werden jetzt, bei Anwendung stärkerer Intensität, nur zwei Farben unterschieden, welche gewöhnlich als Gelb und Blau bezeichnet werden. Bei mittlerer Stärke des angewendeten Lichtes können noch 3 Farben unterschieden werden: Roth, Gelb oder Grün und Blau. Bei Anwendung schwächerer Beleuchtungsintensität wird, wahrscheinlich in Folge der herabgesetzten Sehfähigkeit vage unterschieden und entsprechen bloss Lichtempfindungen den verschiedenen Farben.

Bei Einstellung der einzelnen isolirten Farben pflegt gewöhnlich auch bei Anwendung mittlerer Beleuchtungsintensität schon lebhafte Verwechslung stattzufinden zwischen Roth, Gelb und Grün und zwischen Blau und Violett.

In Fällen ausgesprochener atrophischer Degeneration des Sehnerven, bei blauweiss entfärbter Papille, verzogenen Contouren, sehr engen Gefässen, wo das Sehvermögen rudimentär geworden, ist die Farbenempfindung fast gänzlich aufgehoben; und wird an Stelle des Spectrums in der Regel nur ein breiter Lichtstreifen unterschieden.

Ich unterlasse es, reihenweise die Fälle der beobachteten Sehnervenatrophien anzuführen, um nicht bei jedem Falle dasselbe zu wiederholen.

Die Fälle, welche ich hier genauer beschrieben, folgen lasse, haben deshalb mehr Interesse, weil sie aussergewöhnlich charakteristisch sind und ich bei einigen derselben zu verschiedenen Zeiten des Verlaufes der Krankheit, das Verhalten des Farbensinnes zu controliren Gelegenheit hatte.

I.

Herr C. D., 36 Jahr alt, stellt sich Ende 1873 vor unter Klagen über progressive Abnahme des Sehvermögens.

Am 2. Januar ist:

$$R : S = \frac{6}{50}$$

$$M \frac{1}{36} \text{ Cyl} - 24 \text{ Axh}$$

$$L\ S = \frac{1}{7}\ M \frac{1}{20}.$$

Fig. 1.

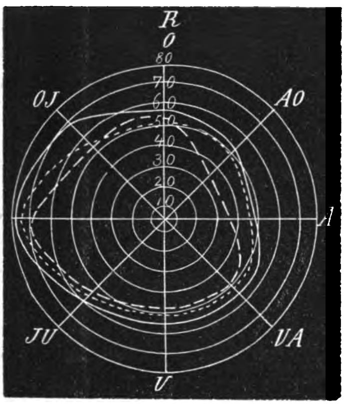
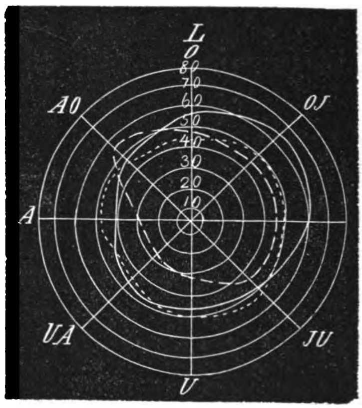


Fig. 2.



Nach Einleitung einerStrychninkur ist am 17. Januar 1874:

$$R : S = \frac{12}{50}$$

$$L = \frac{1}{6}.$$

Ophthalmoscopisch finden sich die Anzeichen beginnender Sehnervenatrophie.

Bei der Prüfung der Farbenempfindung der Netzhautperipherie erhielt ich die Curven*) der Figur 1 und 2.

Die Prüfung am Spectrum ergab:

Rechtes Auge.	Linkes Auge.
Bei Einstellung des ganzen Spectrums:	
Bei mässig starkem Licht:	
Roth Gelb Grün Blau	Roth Gelb Grün Blau
	bei stärkerer Intensität:
Roth Gelb Grün Blau	• Roth Gelb Blau.
Nach Ausschaltung der übrigen Farben erscheint	
Roth = Roth	Roth = Gelb
Grün = Grün	Grün = Gelb
Violett = Blau	Grün, Blau = Gelb, Blau
Roth, Gelb und Grün = Roth, Gelb und Grün.	Violett = Blau.

Das rothe Ende des Spectrums ist für beide Augen nicht verkürzt. Wenn ich die photographische Skala beleuchte und dieselbe so stelle, dass der Theilstrich 7 mit der D-Linie zusammenfällt, liegt das Ende des Roth, wie für mein Auge, bei dem Theilstrich 5. Die Grenze des Violett liegt bei dem Theilstrich 16. Der Theilstrich 15 steht für mein Auge bereits ausserhalb des Violett im Schwarz. Die Grenze zwischen Grün und Blau liegt dem Auge des Kranken zwischen dem Theilstrich 9 und 10. Für mein Auge liegt die Grenze zwischen Grün und Blau bei 10; und zwar steht mir die Zahl 10 noch im Grün. Es wird also von dem Kranken ein Theil des Grün zum Blau gerechnet. Ausserdem scheint das violette Spectralende verlängert zu sein.

---

*) In den Figuren bedeutet die ausgezogene Curve die Grenze für Roth, die durchbrochene für Violett, die punktirte für Grün.

Am 30. Januar 1874:

$$R:S = \frac{1}{5}$$

$$L : \frac{11}{50}.$$

Gesichtsfelder für Farben vergl. Fig. 3 und 4.

Fig. 3.

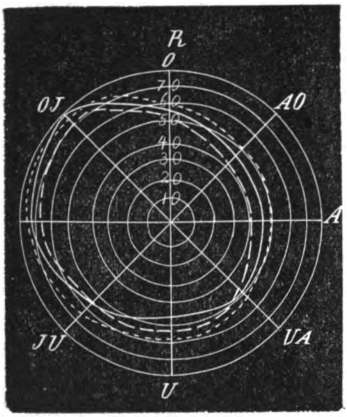
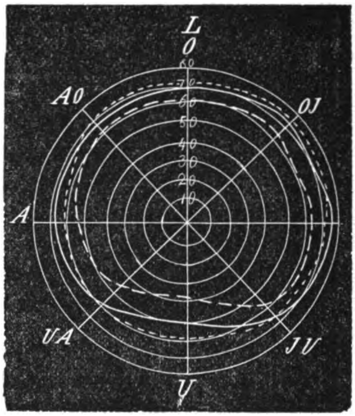


Fig. 4.



Nach Regulirung der Stellung der Nicols auf den O-Punkt, ergiebt sich die Empfindlichkeit für die verschiedenen Farben durch folgende Winkelwerthe:

	Linkes Auge.	Rechtes Auge.
	Roth.	
	18°	18°
	21°	16° 12′
	20° 30′	17° 24′
	24°	16° 18′
	22°	16°
	20° 30′	18°
Durchschnittswerth	21°	17° 6′

Gelb.

		8° 30′
		6° 12′
	10°	6° 30′
	12°	6°
	11° 30′	6° 30′
	10° 30′	8° 30′
	10° 30′	8° 12′
	10° 12′	6° 30′
Durchschnittswerth	10° 42′	6° 48′

Grün.

	15°	10°
	15°	9°
	16°	8° 54′
	15° 54′	7° 30′
	13°	9°
	15° 30′	7° 30′
	13°	7° 30′
	16° 18′	8°
Durchschnittswerth	14° 54′	7° 18′.

Die Empfindlichkeit ist demnach für Gelb am grössten; sie verhält sich zu der des Grün für das linke Auge

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{grün}} = \frac{\sin^2 14^\circ\ 54'}{\sin^2 10^\circ\ 42'} = 1{,}917$$

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{roth}} = \frac{\sin^2 21^\circ}{\sin^2 10^\circ\ 42'} = 3{,}725$$

für das rechte Auge

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{roth}} = \frac{\sin^2 17^\circ\ 6'}{\sin^2 6^\circ\ 48'} = 6{,}272$$

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{grün}} = \frac{\sin^2 7^\circ\ 18'}{\sin^2 6^\circ\ 48'} = 1{,}151.$$

Für mein eigenes Auge ergaben sich im Durchschnitt die Winkelwerthe für

Roth . . . . 12^0
Gelb . . . . 4^0
Grün . . . 3^0.

Wenn ich also die Empfindlichkeit des kranken Auges mit der meinigen vergleiche, finde ich, um wie viel die Empfindlichkeit des kranken Auges der meinigen gegenüber herabgesetzt ist! Bezeichne ich die Empfindlichkeit des Normalauges mit **S**, die des kranken Auges mit S, so ist für das linke Auge

$$\frac{\mathbf{S}\ \text{roth}}{S\ \text{roth}} = \frac{\sin^2 21^0}{\sin^2 12^0} = 2{,}9716$$

$$\frac{\mathbf{S}\ \text{grün}}{S\ \text{grün}} = \frac{\sin^2 14^0 51'}{\sin^2 3^0} = 24{,}139$$

$$\frac{\mathbf{S}\ \text{gelb}}{S\ \text{gelb}} = \frac{\sin^2 10^0 42'}{\sin^2 4^0} = 7{,}0841.$$

Das linke Auge ist also 24 Mal weniger empfindlich für grün als das gesunde Auge, dagegen nur 7 Mal weniger gegen gelb und 2 Mal weniger gegen roth.

Für das rechte Auge ist

$$\frac{\mathbf{S}\ \text{roth}}{S\ \text{roth}} = \frac{\sin^2 17^0 6'}{\sin^2 12^0} = 2{,}024$$

$$\frac{\mathbf{S}\ \text{grün}}{S\ \text{grün}} = \frac{\sin^2 7^0 18'}{\sin^2 3^0} = 5{,}7604$$

$$\frac{\mathbf{S}\ \text{gelb}}{S\ \text{gelb}} = \frac{\sin^2 6^0 48'}{\sin^2 4^0} = 2{,}881.$$

Am 26. Februar 1874 stellte sich Patient wieder vor zur genauen Untersuchung: Er war mit Strychnininjectionen behandelt, welche anscheinend guten Erfolg gehabt hatten.

$$S.\ \text{war Rechts} = \frac{11}{40}$$

$$\text{Links} = \frac{15}{50}.$$

Ophthalmoscopisch wurde fortschreitende Atrophie diagnosticirt!

Im Spectrum sah Patient:

Linkes Auge.	Rechtes Auge.
Bei starkem Licht:	
Gelb und Blau	Gelb und Blau.
Bei schwachem Licht:	
Gelb und Blau	Roth, Gelb und Blau.

Nach Isolirung sah er:

Roth = Gelb	Roth = Roth
Gelb = Gelb	Gelb = Gelb
Grün = Gelb	Grün = Grün
Blau = Blau	Blau = Blau
Violett = Blau	Violett = Blau.

Bei Ermittlung der Empfindlichkeit für die verschiedenen Farben ergaben sich die Winkelwerthe:

	Linkes Auge.	Rechtes Auge.
	Roth.	
	47°	24°
	58°	20°
	51°	18°
	55°	21°
	40°	20°
	36°	18°
	44°	17°
	37°	17° 30′
Mittelwerth	46°	19° 24′

	Linkes Auge.	Rechtes Auge.
	Gelb.	
	12° 30′	10°
	13° 30′	9° 30′
	12° 30′	8°
	13° 12′	12°
	15°	10° 30′
	13° 6′	9°
	12°	10°
	12°	9° 30′
Mittelwerth	12° 54′	9° 48′
	Grün.	
	13°	14°
	15° 30′	11° 30′
	17° 30′	12° 30′
	14° 12′	12°
	14° 18′	13°
	13° 30′	11° 30′
	13°	12°
	13° 36′	11° 36′
Mittelwerth	14° 12′	12° 12′
	Blau.	
	32°	19° 30′
	28°	17°
	23°	20°
	27° 30′	17°
	27° 12′	16° 30′
	22° 30′	17° 12′
		20°
		18°
Mittelwerth	26° 42′	18° 15′

Violett.

	Linkes Auge.	Rechtes Auge.
	35°	33°
	45°	36°
	42°	40° 30′
	50°	45°
	50° 30′	40°
	45°	40° 36′
		34°
		34° 30′
Mittelwerth	44° 30′	37° 54′

Hiernach bestimmt sich die Empfindlichkeit relativ zum Gelb für das linke Auge

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{roth}} = \frac{\sin^2 46^0}{\sin^2 12^0\ 54} = 10{,}19484$$

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{gelb}} = 1$$

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{grün}} = \frac{\sin^2 14^0\ 12'}{\sin^2 12^0\ 54'} = 1{,}207$$

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{blau}} = \frac{\sin^2 26^0\ 42'}{\sin^2 12^0\ 54'} = 4{,}069$$

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{violett}} = \frac{\sin^2 44^0\ 30'}{\sin^2 12^0\ 54'} = 9{,}857$$

für das rechte Auge

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{grün}} = \frac{\sin^2 12^0\ 12'}{\sin^2 9^0\ 18'} = 1{,}601$$

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{blau}} = \frac{\sin^2 18^0\ 6'}{\sin^2 9^0\ 18'} = 3{,}329$$

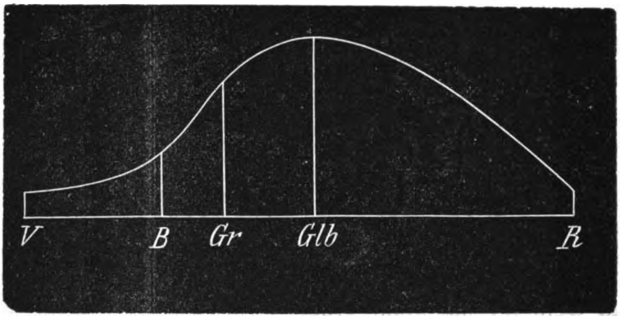
$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{roth}} = \frac{\sin^2 19^0\ 24'}{\sin^2 9^0\ 18'} = 3{,}808$$

$$\frac{S\ \text{gelb}}{S\ \text{violett}} = \frac{\sin^2 37^0\ 54'}{\sin^2 9^0\ 18'} = 13{,}027$$

Nach den vorstehenden Daten für das linke Auge sind in Fig. 5 die Wellenlängen als Abscissen aufgetragen; die Empfindlichkeiten als umgekehrt proportional der Lichtstärke sind als Ordinaten aufgetragen

und ihr gegenseitiges Verhältniss ist durch die Curve ausgedrückt. Für mein eigenes Auge erhielt ich für die-

Fig. 5.



selbe Lichtintensität, die aus jedesmal 10 Ablesungen gezogenen Mittelwerthe:

Roth aus Versehen nicht geprüft!
Gelb 4°
Grün 3°
Blau 5°
Violett nicht geprüft!

Demnach ist mein Auge empfindlicher für Gelb

$$\frac{\mathbf{S}\text{ gelb}}{\text{S gelb}} = \frac{\sin^2 12^0}{\sin^2 4^0} = 8{,}8630$$ Mal als das kranke Auge

$$\frac{\mathbf{S}\text{ grün}}{\text{S grün}} = \frac{\sin^2 14^0}{\sin^2 3^0} = 21{,}369$$

$$\frac{\mathbf{S}\text{ blau}}{\text{S blau}} = \frac{\sin^2 26^0}{\sin^2 5^0} = 25{,}29$$

und betreffend das rechte Auge des Kranken

$$\frac{\mathbf{S}\text{ gelb}}{\text{S gelb}} = \frac{\sin^2 9^0\,18'}{\sin^2 4^0} = 6{,}092$$

$$\frac{\mathbf{S}\text{ grün}}{\text{S grün}} = \frac{\sin^2 12^0\,12'}{\sin^2 3^0} = 16{,}305$$

$$\frac{\mathbf{S}\text{ blau}}{\text{S blau}} = \frac{\sin^2 18^0\,6'}{\sin^2 5^0} = 12{,}57.$$

Am 3. März 1874 war bei demselben Patient

$$S: \text{Links} = \frac{15}{50}$$

$$\text{Rechts} = \frac{14}{40}.$$

Das Gesichtsfeld für Farben erscheint etwas erweitert, vergl. Fig. 6 und 7.

Fig. 6.

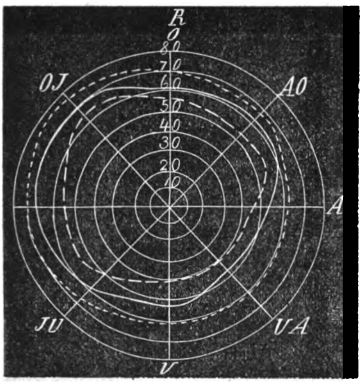
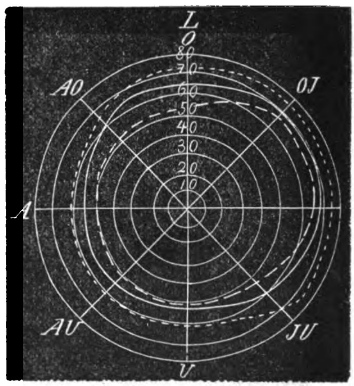


Fig. 7.



Im Spectrum sieht der Kranke:

Linkes Auge.	Rechtes Auge.
Bei starkem Licht:	
Gelb, Blau	Roth, Gelb und Blau.
Bei schwachem Licht:	
Roth, Gelb und Blau	Roth, Gelb, Grün und Blau.

Nach Isolirung der übrigen Farben:

Roth = Gelb	Roth = Roth
Gelb = Gelb	Gelb = Gelb
Grün = Gelb	Grün = Gelb
Blau = Blau	Blau = Blau
Violett = Blau	Violett = Blau.

Bei dem untersuchten Patienten Herrn D. hat also die Empfindlichkeit ganz unverhältnissmässig abgenommen

für Grün und Blau, weniger für Roth; für Gelb ist die Empfindlichkeit am grössten geblieben.

II.

Fr. A., 32 Jahre alt, stellt sich vor, 27. October 1873, Klagen über Sehschwäche beiderseits H $\frac{1}{20}$:

$$\text{S: Links} = \frac{3}{70}$$

$$\text{Rechts} = \frac{5}{70}.$$

Ophthalmoscopisch: Vorgeschrittene Atrophie des Sehnerven.

Das Gesichtsfeld für Farben siehe Figur 8 und 9.

Fig. 8.

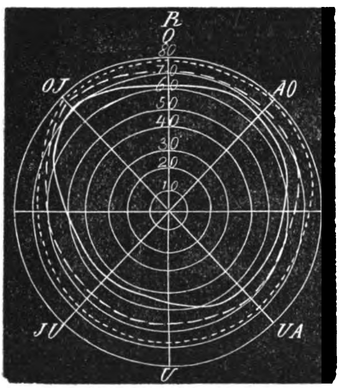
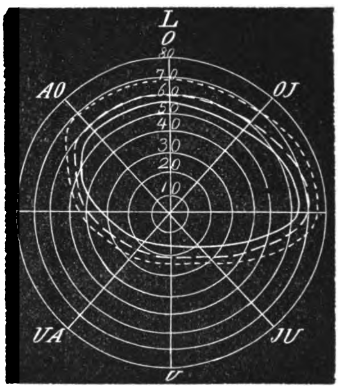


Fig. 9.



Bei den Prüfungen am Spectrum sah die Kranke im ganzen Spectrum:

Rechtes Auge.	Linkes Auge.
Gelb und Blau	Weiss und Blau.

Nach Isolirung wird gesehen:

Rechtes Auge.	Linkes Auge.
Roth, Gelb und Grün.	
Gelb	Gelb.
Das äusserste Roth.	
Nicht sichtbar.	Weisslich.
Das ganze Roth.	
Heller Schimmer.	Gelb.
Grün und Blau.	
Blau.	Gelb und Blau.
Aeusserstes Violett.	
Bläulicher Schimmer	Bläulicher Schimmer.

Bei der Prüfung der Empfindlichkeit des rechten Auges — mit dem linken konnte nicht mehr genügend sicher fixirt werden — ergaben sich die Werthe für

Roth.

	Ungefähr Linie C.	Ungefähr Linie B.
	18°	25°
	19°	24°
	17°	21°
	23°	26°
	24°	
	21°	
Mittelwerth	20° 18′	24°

Grün.

	19°
	20°
	18°
	20°
	19°
	19°
Mittelwerth	19° 6′

Violett.

36°
26°
30°
25°
30°
29°
26°
26°
31°
25°

Mittelwerth 28° 24'.

Es verhalten sich hier die Empfindlichkeiten

$$\frac{\text{Grün}}{\text{Roth C}} = \frac{\sin^2 20^0\,18'}{\sin^2 19^0\,6'} = 1{,}126$$

$$\frac{\text{Grün}}{\text{Roth B}} = \frac{\sin^2 24^0}{\sin^2 19^0\,6'} = 1{,}265$$

$$\frac{\text{Grün}}{\text{Violett}} = \frac{\sin^2 28^0\,24'}{\sin^2 19^0\,6'} = 2{,}112.$$

Die Patientin wurde mit Strychnin-Injectionen behandelt, später, als sich keine Besserung zeigte, wurde der constante Strom versucht.

Am 4. April 1874 war die Sehschärfe

$$S: \text{Rechts} = \frac{9}{70}$$

$$\text{Links} = \frac{5}{70}.$$

Ophthalmoscopisch: Fortschreiten des atrophischen Processes.

Gesichtsfeld für Farben siehe Fig. 10 und 11.

Am Spectrum:

Rechtes Auge.	Linkes Auge.
Rosa und Blau.	Weisslich und Blau.

Nach Isolirung bei hellem Licht:

Rechtes Auge.		Linkes Auge.
	Roth.	
Gelblich Weiss.		Weiss.
	Gelb.	
Weiss.		Weiss.
	Grün.	
Weiss.		Weiss.

Bei schwächerer Intensität:

	Roth.	
Gelb.		Weisslich.
	Gelb und Grün.	
Weiss.		Weiss.
	Blau.	
Blau.		Blau.
	Blau und Violett.	
Blau.		Blau.

Fig. 10.

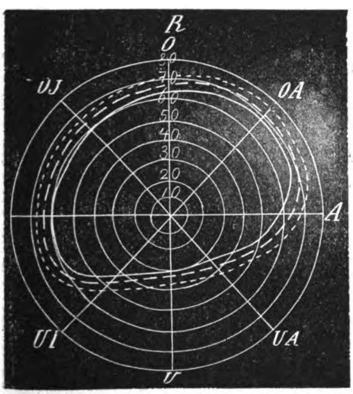
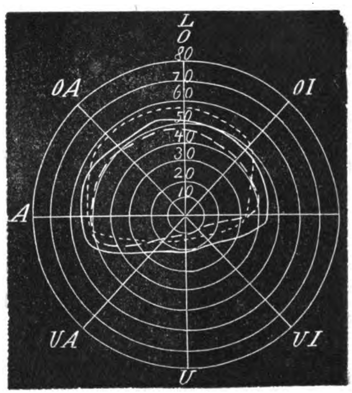


Fig. 11.



Die Empfindlichkeit bestimmte sich nach den Winkelwerthen für

Roth.

	25°
	28°
	26°
	26°
	28°
	26°
	25°
	26°
Mittelwerth	26,0

Gelb.

	13°
	13°
	14°
	12° 30′
	13°
	14°
Mittelwerth	13° 12′

Grün.

	15°
	16°
	14°
	15°
	14° 30′
	15°
Mittelwerth	14° 54′

Blau.

25°
27°
23°
30°
28°
34°
40°
41°
34°

Mittelwerth 32° 12′

Violett.

45°
50°
45°
46°

Mittelwerth 46° 30′.

Es verhielt sich also:

$$\frac{S\ gelb}{S\ grün} = \frac{\sin^2 14^\circ 54'}{\sin^2 13^\circ 12'} = 1{,}268$$

$$\frac{S\ gelb}{S\ roth} = \frac{\sin^2 26^\circ}{\sin^2 13^\circ 12'} = 3{,}685$$

$$\frac{S\ gelb}{S\ blau} = \frac{\sin^2 32^\circ 12'}{\sin^2 13^\circ 12'} = 5{,}446$$

$$\frac{S\ gelb}{S\ violett} = \frac{\sin^2 46^\circ 30'}{\sin^2 13^\circ 12'} = 10{,}090.$$

Auf Fig. 12 drückt die Curve die Empfindlichkeit aus wie sie diesen Werthen entspricht.

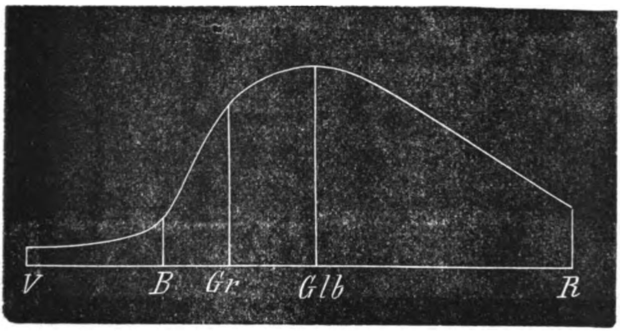
III.

J. B., 38 Jahre alt, stellte sich vor, 18. Juni 1873. Chorioiditis, bewegliche Glaskörpertrübungen. Atrophie des Sehnerven:

$$\text{S: Links} = \text{Finger auf } 1'$$

$$\text{Rechts M } \frac{1}{50} \text{ S} = \frac{13}{20}.$$

Fig. 12.

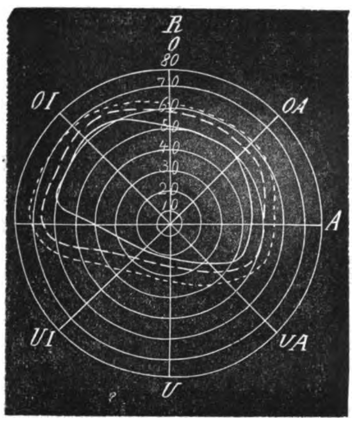


13. Juli 1874: S Finger auf 3'

$$\text{Rechts: S} = \frac{4}{100}.$$

Gesichtsfeld für Farben siche Fig. 13.

Fig. 13.



Im Spectrum sieht Patient bei schwachem Licht:

Roth, Gelb und Blau;

bei stärkerem Licht:

Gelb und Blau.

Nach Isolirung erscheint

Roth = Roth

Roth, Gelb und Grün = Roth und Gelb

Grün und Blau = Gelb und Blau

Violett = Dunkelblau

Aeusserstes Violett = Dunkelblau.

Bei Prüfung der Empfindlichkeit ergiebt sich

Roth.

19° 30'
18° 30'
17°
15° 30'
18° 30'
16° 24'

Mittel 16° 54'

Gelb.

8°
7° 30'
8° 12'
7° 42'
9° 18'
8° 12'

Mittel 8° 10'

Grün.

5°
7° 30'
6° 30'
7° 30'
7° 36'
6° 18'

Mittel 6° 43'

B l a u.

8°
9° 36′
11° 18′
8° 18′
10° 54′
8°
Mittel 9° 21′

V i o l e t t.

15°
14°
15°
15°
12°
15°
Mittel 14° 19′.

Demnach verhält sich

$$\frac{\text{S grün}}{\text{S gelb}} = \frac{\sin^2 8^\circ 10'}{\sin^2 6^\circ 43'} = 1{,}5095$$

$$\frac{\text{S grün}}{\text{S roth}} = \frac{\sin^2 16^\circ 54'}{\sin^2 6^\circ 43'} = 6{,}1777$$

$$\frac{\text{S grün}}{\text{S blau}} = \frac{\sin^2 9^\circ 21'}{\sin^2 6^\circ 43'} = 1{,}9295$$

$$\frac{\text{S grün}}{\text{S violett}} = \frac{\sin^2 14^\circ 19'}{\sin^2 6^\circ 43'} = 4{,}470.$$

IV.

Herr A. R., 48 Jahr, stellte sich vor 9. April 1874.

$$\text{Bds. M}\ \frac{1}{24}$$

$$\text{S: Rechts} = \frac{11}{50}$$

$$\text{Links} = \frac{11}{70}.$$

Ophthalmoscopisch: Beginnende Sehnervenatrophie.

Am Spectrum sieht Herr R. bei starker Beleuchtung mit dem rechten Auge:

Gelb und Blau,

bei schwacher Beleuchtung:

Roth, Gelb und Blau.

Nach Isolirung:

Roth = Roth
Gelb = Gelb
Grün = Grün
Blau = Blau
Violett = Blau.
Roth, Gelb und Grün = Gelb und Grün
Grün, Blau und Violett = Gelb und Blau.

V.

Herr A. J., 26 Jahr alt, stellte sich vor 17. August 1873. Beiderseits Emmetrop. Sehschärfe

$$S: \text{Rechts} = \frac{8}{200}$$

$$\text{Links} = \frac{12}{40}.$$

Beiderseits: Sehnervenatrophie schon vorgeschritten. Für das linke Auge siehe Gesichtsfeld Fig. 14.

Im Spectrum sieht Patient mit dem linken Auge:

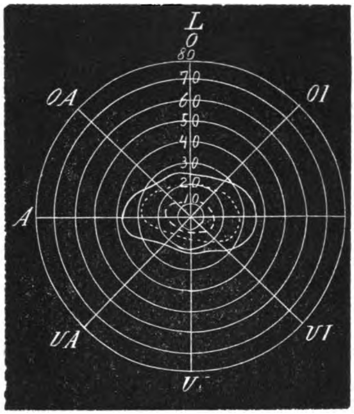
Gelb, Weiss und Blau.

Nach Isolirung sieht er:

Roth = Gelblich
Gelb = Gelb
Grün = Weiss
Blau = Weissblau
Violett = Blau

Roth, Gelb und Grün = Gelb und Weiss
Grün, Blau und Violett = Grau, Blau nnd Weiss.
Bei sehr starker Beleuchutng:
Grün, Blau und Violett = Weisser Streifen.

Fig. 14.



Bei Prüfung der Empfindlichkeit finde ich für

R o t h.
33°
50°
35°
48°
30°
51°

Mittelwerth 41°

G e l b.
25°
36°
24°
35°
25°
38°

Mittelwerth 29°

G r ü n.

35°
43°
36°
50°
40°
36°

Mittelwerth 40°

B l a u.

40°
45°
46°
40°

Mittelwerth 43°.

Für mein Auge fanden sich die Werthe für

Roth = 4°
Gelb = 1° 12′
Grün = 0° 48′
Blau = 3°.

Da das kranke Auge erheblich sehschwach war, musste eine starke Beleuchtungsintensität gewählt werden; deshalb lagen die Schwellenwerthe für mein Auge um so näher dem Nullpunkte in der Stellung der Nicols, d. h. sehr nahe bei einander und haben daher weniger Anspruch auf die höchste Genauigkeit; indess fallen die Fehlerquellen bei der erheblichen Abweichung der für das kranke Auge gewonnenen Werthe weniger in's Gewicht.

Um wieviel also das normale Auge für die verschiedenen Farben empfindlicher ist, als das kranke Auge des Herrn A. wird ausgedrückt durch die Zahlen

$$\frac{\text{S roth}}{\text{S roth}} = \frac{\sin^2 41^0}{\sin^2 4^0} = 86{,}40$$

$$\frac{\mathbf{S}\text{ gelb}}{\text{S gelb}} = \frac{\sin^2 29^\circ}{\sin^2 1^\circ 12'} = 535{,}90$$

$$\frac{\mathbf{S}\text{ grün}}{\text{S grün}} = \frac{\sin^2 40^\circ}{\sin^2 0^\circ 48'} = 2119{,}4$$

$$\frac{\mathbf{S}\text{ blau}}{\text{S blau}} = \frac{\sin^2 43^\circ}{\sin^2 3^\circ} = 169{,}80.$$

VI.

Frau E. Th., 44 Jahr alt, klagte über Abnahme des Sehvermögens, Kopf- und Gliederschmerzen.

Am 21. Juli 1874 ist die Sehschärfe:

$$\text{Rechts: Em. } S = \frac{2}{3}$$

$$\text{Links: } H\frac{1}{42}\ S \doteq \frac{1}{2}.$$

Am 11. Januar 1875:

$$\text{S: Rechts} = \frac{2}{3}$$

$$\text{Links} = \frac{2}{5}.$$

Ophthalmoscopisch: Beiderseits beginnende Sehnervenatrophie. Lichtsinn beiderseits gleich dem des gesunden Auges.

Die Patientin sieht im Spectrum bei Anwendung starker Beleuchtung:

Rechtes Auge.	Linkes Auge.
Roth Gelb Blau	Gelb Blau.
Bei schwachem Licht:	
Roth Gelb Weiss Blau	Roth Gelb Blau.

Nach Isolirung erscheint bei schwacher Beleuchtung das

äusserste Roth

als Roth	als Roth

	Rechtes Auge.	Linkes Auge.
Gelb	als Gelb	Gelb
Grün	Grün	Hellgrün.
Bei starkem Licht erscheint		
Grün	Gelb	Grüngelb
Grün und Blau	Gelb und Blau	Gelb und Blau
Violett	Dunkelblau	Dunkelblau.
Bei starker Beleuchtung:		
Roth, Gelb, Grün	Grün und Gelb	Gelb.
Bei schwacher Beleuchtung:	Roth und Gelb	Blassgrün
Blau und Grün	Grün und Blau	Grün und Blau
Blau und Violett	Blau	Blau.

VII.

Herr St. Adam, 26 Jahr alt, stellte sich vor 13. Mai 1874. Beiderseits Emm. Sehschärfe

$$S: \text{Rechts} = \frac{2}{5}$$

$$\text{Links} = \frac{2}{70}.$$

Am 13. Juli 1874:

$$S: \text{Rechts} = \frac{2}{5}$$

$$\text{Links} = \frac{2}{70}.$$

Ophthalmoscopisch: Beiderseits Sehnervenatrophie, links mehr vorgeschritten als rechts.

Die Prüfung am Spectrum ergab bei Anwendung starker Beleuchtung:

Rechtes Auge.	Linkes Auge.
Roth, Gelb, Blau	Gelb und Blau.

Nach Abblendung der übrigen Farben wird das äusserste Roth nicht bemerkt. Es erscheint das

tiefere Roth

Gelb	Weiss

Roth und Gelb

Gelblich	Weiss.

Bei schwacher Beleuchtung:

Gelb und Grün

Roth, Gelb	Gelb

Grün

Gelb	Weissgelb

Blau

Blau	Blau

Violett

Dunkelblau	Dunkelblau

Aeusserstes Violett

Blauweiss	Blauweiss

Roth, Gelb und Grün

Roth und Gelb	Gelb.

Die äusserste Grenze des Grün nach dem Blau zu:

Gelb	Gelb.

Bei Prüfung der Empfindlichkeit erhielt ich die Winkelwerthe für das rechte Auge des Kranken und für

R o t h.

	6°
	6°
	7°
	6°
	7°
	6°
Mittel	6° 18′

G r ü n.

	3° 30′
	4°
	3° 30′
	6°
	3°
	4°
Mittel	4°

V i o l e t t.

	4°
	3° 30′
	4°
	4° 30′
	4°
	4°
Mittel	4°.

Für das gesunde Auge stellten sich heraus die Durchschnittswerthe für:

Roth 3°
Grün 0,5°
Violett 2°.

Demnach ist das gesunde Auge empfindlicher um:

$$\frac{\text{S roth}}{\text{S roth}} = \frac{\sin^2 6^0\, 18'}{\sin^2 3^0} = 4{,}396$$

$$\frac{\text{S grün}}{\text{S grün}} = \frac{\sin^2 4^0}{\sin^2 0^0\, 30'} = 23{,}004$$

$$\frac{\text{S violett}}{\text{S violett}} = \frac{\sin^2 4^0}{\sin^2 2^0} = 3{,}995.$$

Auch hier ist die Empfindlichkeit des kranken Auges am meisten geschwächt für die Mitte des Spectrums, weniger gegen die Enden desselben gegen Roth und Violett.

Ich unterlasse es, die übrigen von mir näher untersuchten Fälle von Sehnervenatrophie genauer zu referiren, weil sie den beschriebenen Formen vollkommen analog sich verhalten.

Strassburg i. E., im Juni 1875.

Beitrag zur Aetiologie des Glaucoms.

Von

Dr. M. Landsberg in Berlin.

Hierzu Tafel III.

„Das alte Dunkel", welches, wie A. v. Graefe in seiner letzten Glaucom-Arbeit*) sagt, „über der Aetiologie des Glaucoms lastet", ist auch in den letzten Jahren wenig gelichtet worden. Noch fehlt dem Gros der Fälle von Glaucom dasjenige Band, welches sie in befriedigender Weise selbst an die beste der vorhandenen Glaucom-Theorien, den auf experimenteller Basis beruhenden Untersuchungen von v. Hippel und Grünhagen, zu knüpfen vermöchte; denn abgesehen von der Kategorie des sogenannten Secundärglaucoms repräsentiren diejenigen Beobachtungen, denen eine nachweisbare primäre Reizung der Trigeminusfasern als Ursache der intraocularen Druckerhöhung zu Grunde gelegen, (Wegner, Hutchinson**) vereinzelte Ausnahmen, welche überdies keineswegs dem bekannten klinischen Bilde, wie es sich

*) Archiv f. Ophth., XV. 3.
**) Arch. f. Ophth., XII. 2. 1.

in der überwiegenden Zahl der Fälle von Glaucom zeigt, entsprechen. So lange also das physiologische Experiment uns die Antwort auf die Frage nach der Ursache des primären Reizzustandes des Secretionsnerven beim Glaucom schuldig bleibt, werden zur Erforschung etwaiger ätiologischer Momente beim Glaucom unausgesetzt die klinische Analyse und die pathologisch-anatomischen Veränderungen unsere Aufmerksamkeit fesseln müssen und ich möchte in Hinblick auf manche jetzt bereits in der Literatur vorhandene zuverlässige Beobachtung die Hoffnung aussprechen, dass wir auch auf diesem Wege, der uns den Krankheitsprocess in den verschiedensten Modificationen und gar oft mit individuellen Eigenthümlichkeiten zeigt, manchen Aufschluss über principielle Fragen beim Glaucom erwarten dürfen. Freilich müssen wir uns daran gewöhnen, die klinische Untersuchung des Glaucom's nicht bloss auf das minimale Maass der practisch-therapeutischen Rücksicht zu beschränken; das Aufsuchen und die Feststellung der pathognomischen Erscheinungen darf beispielsweise nicht zur Ignorirung etwaiger anderweitiger, gleichzeitig bestehender extraocularer, subjectiver oder objectiver Erscheinungen führen. Wenn ich nun auf diese sogenannten Complicationen, von denen die am Auge selbst etwa nachweisbaren, natürlich eine hervorragendere Rolle spielen, etwas näher einzugehen versuche, so ist es nicht ein grosses Beobachtungsmaterial, welches mich zu folgenden Mittheilungen berechtigen würde, sondern die sich daran knüpfende Frage, in wie weit der glaucomatöse Process eine gewisse Abhängigkeit von anderweitigen pathologischen Zuständen zeigt, mit anderen Worten, in wie weit letztere in einem speciellen Falle geeignet waren oder sind, die Zunahme des intraocularen Druckes einzuleiten.

Den ersten derartigen Fall von acutem entzündlichem Glaucom mit nachgewiesenem präexistirendem

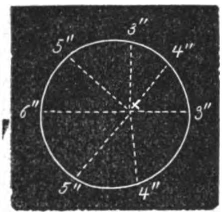
Leiden und zwar der Netzhaut beobachtete ich am 5. Mai 1866 bei dem 68jährigen, an Lungentuberculose mit hectischem Fieber leidenden Herrn S. in Görlitz, dessen linkes Auge ich am 25. April ganz zufällig und gelegentlich einer anderweitigen Consultation in der Familie untersucht hatte. Es zeigte weder bei Besichtigung noch Betastung einen Unterschied gegen das rechte, gesunde, befand sich angeblich seit einer langen Reihe von Jahren in dem gegenwärtigen Zustande, wo es nur noch Bewegungen einer Hand erkannte, im Uebrigen aber den Kranken in seiner Berufsthätigkeit, die ihn fast ausschliesslich mit Schreiben beschäftigte, niemals gestört hat. Der Augenspiegel zeigte weit verbreitete, umschriebene, grauweise retinitische Plaques von denen die grösste etwa den Umfang der Papille hatte und dicht oberhalb derselben in den vordersten Netzhautschichten sich befand. Ein Nierenleiden, an das zunächst gedacht wurde, war nicht nachweisbar. Zehn Tage nach dieser, übrigens ohne Atropin vorgenommenen Untersuchung wurden die Leiden des Kranken durch einen acuten glaucomatösen Anfall auf dem linken Auge auf das Qualvollste gesteigert. Unter vielen, ungewöhnlichen Schwierigkeiten vollzog ich am nächsten Tage die Iridectomie, die ich dem Kranken als einzig wirksames Beruhigungsmittel nicht verweigern mochte, und jener selbst, dessen weitere Beobachtung ich des hereinbrechenden Krieges wegen nach 5 Tagen aufgeben musste, ist bis zu seinem 3 Monate später erfolgten Tode frei von Schmerzen geblieben und im Besitze der früheren Lichtempfindung, die bereits durch den Glaucomanfall noch weiter reducirt war. Durch die mir damals entzogene Gelegenheit zu einer genaueren anatomischen Untersuchung des Falles konnte der Vermuthung eines causalen Zusammenhanges zwischen dem glaucomatösen Anfall und der alten Retinitis resp. dem

Allgemeinleiden keine weitere Stütze gegeben werden und auch die ferneren, näher zu erwähnenden vereinzelten Beobachtungen der Glaucomanfällen bei Individuen mit Leiden innerer Organe waren in diesem Sinne nicht beweisend.

Vor Kurzem erst gelangte ich in den Besitz eines Bulbus von einer Patientin, die mir Jahre lang bekannt gewesen und in ihrer Krankheit während beinahe zweier Jahre von mir beobachtet worden ist.

Frau L. aus Glogau, gegenwärtig 70 Jahre alt, hatte mich bereits im Sommer 1868 wegen eines linksseitigen excentrischen Scotoms consultirt. Letzteres sollte wenige Tage vorher ohne bekannte Veranlassung bei früher intactem Sehvermögen aufgetreten sein, hatte die Grösse einer Fliege und lag so peripherisch, dass es beim Lesen gar nicht und nur beim Blick in die Ferne bemerkt wurde. Das Sehfeld war jederseits durchaus intact, S $\frac{13}{20}$, N $\frac{1}{15}$; die Corticalis der Linse bei auffallendem Lichte leicht diffus getrübt, während der fundus oculi genau untersucht und als durchaus normal bezeichnet werden konnte. Die höchst intelligente und in ihrer eigenen Familie ärztlich gut observirte Kranke sah ich am 12. März 1873 wieder, nachdem sie ein Jahr vorher plötzlich auf dem linken Auge unter congestiven Erscheinungen auf wenige Secunden erblindet war. Das bald wiedergekehrte Sehvermögen schien das alte, unverändert gute zu sein; aber nun schien das rechte schwächer zu werden und diese Sehschwäche hat in der letzten Zeit unter lebhafter Empfindlichkeit gegen Licht zugenommen. Die früher engen Pupillen erscheinen nun etwas weiter und von träger Reaction, die Spannung der Bulbi beiderseits gleich, brechende Medien wie früher. Dagegen ist das rechte Sehfeld hochgradig concentrisch verengt von etwa umstehender Figur — auf 12" Abstand

gemessen — Sc $\frac{8}{30}$, während links, wo das alte Scotom noch unverändert fortbesteht Sc $= \frac{10}{20}$ und das Sehfeld intact ist. Mit der früher verordneten Brille $+ 18$ wird noch feiner Druck fliessend gelesen. Ophthalmoscopie rechts: Atrophische Verfärbung der nicht excavirten Papille, an deren Gefässen keine Pulsation wahrzunehmen



ist; nur die kleineren Netzhautgefässe leicht geschlängelt; mit Ausnahme von vielfachen punktförmigen Apoplexien vorzugsweise in der Aquatorialgegend der Netzhaut ist das Gewebe der letzteren durchsichtig; die Aderhaut unverändert. Links: Hochgradige Schlängelung der Gefässe, Verbreiterung der Venen; vereinzelte streifige Apoplexien parallel den Wänden der kleineren Gefässe, die Macula lutea frei und die Netzhaut sonst durchsichtig. Die Untersuchung des Herzens ergab ein klappendes diastolisches Geräusch, am stärksten über dem Ursprung der Aorta zu hören und in letzterer selbst zu verfolgen, Vergrösserung des Herzens nicht nachzuweisen; die A. radialis abnorm gespannt; die Absonderung des Urins, der frei von Eiweiss war, vermindert, die Verdauung durch chronischen Darmcatarrh gestört, wenig Schlaf, Schmerzen weder in der Umgebung der Augen noch im Kopfe vorhanden. Verdunkelungen sind inzwischen nicht wieder vorgekommen, ebensowenig

Lichterscheinungen oder Regenbogensehen. Die Sehstörungen bestehen in nebeliger Verschleierung der Objecte.

Mitte April, wo ich Gelegenheit gehabt, die Kranke von Neuem zu untersuchen, fand ich den Zustand unverändert, empfahl statt eines früher verordneten diuretischen Thees (und stomachicis) den Gebrauch von Vichy-Brunnen und gute Landluft. Während mir inzwischen wiederholt zugegangene Berichte den alten status quo meldeten, war ich nicht wenig erstaunt, am 17. Januar 1874 einen traurigen Verfall des Sehvermögens bei der Patientin zu finden. Rechts war allmählig, ohne Schmerzen und mit selten auftretenden Regenbogenfarben totale Amaurose eingetreten, der rechte Bulbus zeigte sich viel härter als der linke, die Pupille weit und unbeweglich, die früheren apoplectischen Heerde nicht ganz resorbirt, in der Nähe der letzteren einzelne glänzend weisse Plaques in den vordersten Netzhautschichten, ohne gerade jene bekannte sternenförmige Figur zu bilden; der atrophische Sehnerv zeigt eine ziemlich steile Randexcavation. Solche exquisit glaucomatösen Erscheinungen waren linkerseits nicht vorhanden. Die Pupille war zwar ebenfalls erweitert, zeigte aber noch einige Reaction auf einfallendes Licht; die grossen Muskelgefässe stark ausgedehnt und geschlängelt; einzelne radiäre corticale Linsentrübungen; Sehnerv stark hyperämisch, die Gefässe der Netzhaut wie früher geschlängelt, das Gewebe der letzteren durchsichtig. Das Sehfeld ist hochgradig herzförmig eingeengt, seine obere Grenze erreicht fast den Fixationspunkt Sc. $= \frac{1}{30}$; ein dichter gleichmässiger Nebel verhüllt die Objecte und verbreitet selbst am hellen Tage ein trübes Dämmerlicht um die Patientin. — Urin sparsam, stark sedimentirend, ohne Eiweiss, Arterien gespannt, starkes diastol.

Geräusch, leichtes Oedema crurum. Während die Kranke in den nächsten Tagen beobachtet und auch die Wirkungslosigkeit eines künstl. Blutegels constatirt wurde, glaubte ich auch links eine deutliche Zunahme des intraoculären Druckes wahrzunehmen; es schien mir nicht mehr zweifelhaft, dass das linke Auge dem Schicksal des rechten entgegengehe und ich hielt unter diesen Verhältnissen die Iridectomie für geboten. Letztere musste, nachdem die Conjunctiva bei wiederholter Fixation eingerissen war, ohne jede Bulbusfixation ausgeführt werden und lieferte ein 4 Mm. breites, peripher. Colobom (nach oben). Die enger gewordene Pupille und die nachweisbare Consistenzverminderung konnten auch noch Ende Februar constatirt werden, während das Allgemeinbefinden fortwährenden Schwankungen, namentlich Betreffs Schlaf und Urinsecretion ausgesetzt war. Das Sehfeld zeigte eine zwar geringe, aber entschiedene Erweiterung oberhalb des Fixationspunktes und auch Sc. war vielleicht eine Spur besser, keineswegs schlechter geworden*). Im Laufe des (verflossenen) Sommers hatte sich Patientin leidlich wohl gefühlt und eine weitere Veränderung ihrer Augen nicht bemerkt, als sie plötzlich Ende August, angeblich nach Einwirkung einer heftigen Zugluft, von einem entzündlich-glaucomatösen Anfalle rechterseits befallen wurde, der, als ich die Kranke sah, 10 Tage fast ununterbrochen und von fieberhaften Erscheinungen begleitet, wüthete. Letztere, sowie der Schwächezustand der nicht reisefähigen Kranken nöthigten zu einem einstweiligen Aufschub der Enucleatio bulbi, welche trotz (oder vielmehr wegen) ungünstigen Allgemeinbefindens am 15. October 1874 ausgeführt wurde. Da letzteres an

*) Gegenwärtig, 1½ Jahre nach der Operation, hat anderweitigen Berichte zufolge nicht bloss die Orientirungsfähigkeit, sondern auch, wie es scheint, die Sehschärfe der Patientin weiter zugenommen.

dem Wohnorte der Patientin geschehen musste, war eine sofortige Section desselben nicht ausführbar; eine flüchtige Besichtigung liess indess schon eine auffallende Zunahme des verticalen Durchmessers und eine starke Erweiterung der Vv. vorticosae erkennen; trotz der Trübung der brechenden Medien war der Hintergrund zu unterscheiden und das Anliegen der Netzhaut zu constatiren. Nach 4wöchentlicher Conservirung des Bulbus in $^1/_2$%—1% chromsaurer Kali-Lösung wird er in absol. Alkohol gelegt; am nächsten Morgen zeigen sich bereits mehrfache grubenförmige Einziehungen der Sclera in der Gegend des hintern Pols. Bei der Halbirung des Bulbus in horizontaler Richtung fliessen 2—3 Theelöffel einer gelblichbraunen, trüben Flüssigkeit aus; die gleichmässig stark verdickte Netzhaut zeigt sich nunmehr total abgelöst, zusammengefaltet und in toto in der oberen Bulbushälfte befindlich; während die untere Hälfte leer bleibt, liegt die obere auf dem Linsensystem, dessen Aequator in seinem ganzen Umfange mit der pars ciliar. retinae durch ein faseriges Exsudat verwachsen ist, so dass die total cataractöse harte Linse in der Netzhaut tief eingebettet erscheint. Diese mehr oder weniger leicht zu trennende Verwachsung, die nach vorn zu den Linsenäquator bereits um ein Weniges überschreitet, geht auch auf die hintere Linsenkapselfläche in einer wechselnden Breite von 1—2 Mm. über; die Oberfläche der letzteren selbst vielfach getrübt, stark verdickt, die Adhaesionen sind hier dünner und lassen sich in sehr lange und ausserordentlich feine Fäden ausziehen.

Die Netzhaut erscheint auf dem Querschnitte weissgrau, fettig glänzend, ihre Dicke beträgt im hinteren Abschnite $2^1/_2$ Mm., weiter nach vorn 2 Mm., nimmt von der Aquatorialgegend an allmälig ab und beträgt in der Gegend der Ora serata 0,35 Mm.; die äusseren Schichten

der Retina beginnen, 8 Mm. von der Ora serata entfernt, als gelblichgraue, nach hinten dicker werdende, aus einzelnen Läppchen bestehende nur etwas bröcklige Masse sich abzulösen, in welcher das Mikroskop grösstentheils gut erhaltene Körnchenzellen zeigt; die radiären Fasern sehr gut erhalten, von der Stäbchenschicht keine Spur mehr nachzuweisen. Die übrige, den innern Netzhautschichten angehörige Masse besteht aus einer äusserst zarten, hyalinen zum Theil aber auch sehr feinfaserigen Substanz mit eingelagerten Körnchen, die hier und da von deutlich zelliger Natur, theilweise auch von kaum messbarer Kleinheit sind. Sie bilden vielfach geschlossene Gruppen, von mehr oder weniger runder Form, deren Durchmesser zwischen 0,008—0,08 Mm. variirt, und sind theils isolirt, theils durch feine Fasern stilförmig oder zweigförmig mit der Grundsubstanz in Verbindung. Die Nervenfasern, zum Theil, wie in den äusseren Schichten bis in die feinsten Ramificationen gut erhalten und leicht isolirbar, zeigen hier vielfach exquisite Varicositäten; die meisten Nervenfasern sind sehr blass (auch ohne Einwirkung von Alkalien), stellenweise überhaupt nur an dem glänzenden Contour zu erkennen, während der Inhalt feinkörnig ist und aus fettigem Detritus besteht (siehe Fig. 1). In ihrem weiteren Verlaufe bilden diese fetten degenerirten Nervenfasern grössere keulenförmige (Fig. 1a) oder rundliche mit molecularem, blassem oder gelblich pigmentirtem Inhalte gefüllte Ausbuchtungen, deren Fortsätze als collabirte und immer dünner werdende geschlängelte Fäserchen sich über und durcheinander legen und so ein stark verfilztes, feinfaseriges Netz bilden. Von Ganglienzellen nur vereinzelte in fettigem Zerfall begriffene Zellen mit Fortsätzen zu sehen (Fig. 1c). Die Gefässe können meist erst bei genauer Verfolgung und scharfer Einstellung einzelner in horizontaler Richtung verlaufender dunkler Pigmentklumpen aufgefunden werden; die klei-

neren derselben, so wie die Capillaren, hier und da geschlängelt, sind vielfach in einen gleichmässig aus Fett- und Pigmentkörnchen gebildeten dunkeln Streifen umgewandelt (Fig. 2c). Am häufigsten aber sieht man die Capillarwände partiell oder spindelförmig ausgedehnt, mit körnigen (braun oder gelb) pigmentirten Detritus gefüllt (Fig. 2a), gewöhnlich trifft man dann zu beiden Seiten eines solchen Gefässes mehr oder weniger alte Blutreste, hier und da auch einzelne rundliche, fettigglänzende Körnchen enthaltende Nester, welche mit Capillaren zusammenhängen (Fig. 2b). In der Gegend zwischen Aequator und Ora serrata wird zunächst die bindegewebige Grundsubstanz, der Hauptbestandheil der in so hohem Grade verdickten innern Netzhautschichten, deutlich streifig, viel derber, reicher an Zellen, letztere in der Gegend der Ora serrata selbst meist spindelförmig, dicht gedrängt und in Vermehrung begriffen; übrigens zeigen auch hier die Gefässe die oben erwähnten Veränderungen; in letzteren vielfach wohl erhaltene Blutkörperchen; überhaupt viel ausgebreitetere frische Blutungen.

An dem übrigen Bulbus ist, wie erwähnt, die Vergrösserung seines äquatorialen Umfanges auffallend, die Sclera zeigt sich vorzugsweise an der oberen Hälfte stellenweise bis auf 0,2 Mm., verdünnt, noch 5 Mm. vom Opticus entfernt ist sie 0,27 Mm. dick und besitzt neben jener erwähnten Vertiefung am hintern Pol eine andere furchenförmige am innern Abschnitte von 10 Mm. Länge und 2 Mm. Tiefe, so dass eine genaue Axenmessung nicht möglich ist. Mikroskopische Veränderungen der Scleralfasern nicht nachweisbar. An der Papille eine exquisite steile Excavation. Der Opticus zeigt die hochgradigste Form von Atrophie der Sehnervenfasern; auf Querschnitten (Fig. 3) erscheinen die Septa leer, ganz wie an ausgepinselten Präparaten, nur hier und da (c c) einzelne

Querschnitte von fellig entarteten Nervenfasern. Längsschnitte zeigen indess verschiedene Formen und Grade der atrophischen Veränderung der Nervenfasern, welche durch Carmin mehr oder weniger intensiv gefärbt erscheinen. Letztere erscheinen theils blasser, durchscheinender, mehr oder weniger glänzend und mit zahlreichen Einlagerungen glänzender zelliger oder amorpher Elemente versehen; theils finden sich Ausbuchtungen, denen die Markscheiden überall gleichmässig anliegen, spindel- oder kugelförmiger Art, ganz ähnlich wie in der Retina; endlich finden sich auch hier vereinzelte Haufen von gelblich körnigem Pigment, theils isolirt, theils in einer mehr oder weniger scharf begrenzten Membran eingeschlossen. An den Arterien des Sehnerven lassen sich zwei scheinbar verschiedene Zustände nachweisen; während die Arteria centralis retinae (Fig. 4a) eine starke, bis in die benachbarten bindegewebigen Septa sich fortsetzende Wucherung der Adventitia, übrigens aber eine gut entwickelte Muskelschicht und elastische Haut zeigt (auch das Endothel, soweit solches erhalten war, schien normal), zeigen die Querschnitte kleinerer Arterien in der Nähe der übrigens nicht veränderten Opticusscheide einen hochgradigen Zerfall der Muskelzellen, an deren Stelle man dann perlschnurartig an einander gereihte glänzende Pünktchen sieht. An den Capillaren des Sehnerven keine Veränderungen nachzuweisen.

Die Aderhaut und der Ciliarkörper, welche überall der Sclera anliegen, ohne Verwachsungen nach hinten zu bilden, zeigen sowohl gut entwickelte normale Epithelzellen, als auch ein normales Stroma und sternförmige resp. Muskelzellen; an den Gefässen lassen sich weder Verfettungen, noch Haemorrhagien, noch Verstopfungen der Capillaren nachweisen; nur sind die des Corpus ciliare mit Blutkörperchen gefüllt, die Wände übrigens normal. Jodschwefelsäure-Reaction nicht vorhanden.

Die anatomische Untersuchung ergiebt demnach:

1) Entzündliche Wucherung des bindegewebigen Theiles der Retina. 2) Fettige Degeneration der Retinal- und kleinerer Opticusgefässe mit ausgebreiteten Blutungen in die innern Netzhautschichten; daneben entzündliche Verdickung der Adventitia der Arteria centralis retinae. 3) Degeneration der Nervenfasern sowohl des Opticus als der Retina, mit Excavation des ersteren und 4) Ausdehnung und partielle Verdünnung der Sclera.

Die ganze Reihe der klinischen Erscheinungen besteht aus 2 Gruppen, von denen die eine, offenbar älteren Datums, den Anomalien des Gefässapparates in der Netzhaut und dem Sehnerven angehört: das prodromale linksseitige excentrische Scotom, die Hyperämie und Apoplexien der Netzhaut, verbunden mit Gewebsveränderungen und Funktionsstörungen der letzteren, während die andere das entschieden entwickelte Stadium des erhöhten intraoculären Druckes, theils als Glaucoma simplex, theils als Glaucoma inflammator. umfasst. Es ist ferner nicht schwierig nachzuweisen, dass trotz der Verschiedenheit der functionellen und ophthalmoskopischen Erscheinungen, des Verlaufes und Ausganges das Wesen des Krankheitsprocesses in beiden Augen dasselbe gewesen, dass nur die beschränktere Ausbreitung der gemeinschaftlichen Grundursache im linken Auge dem weniger rapiden Verlaufe des linksseitigen Processes entsprach, dass beiderseits ein frühes Stadium hochgradiger, von allgemeinen Kreislaufsstörungen abhängiger retinaler Circulationsstörungen vorhanden und dass beiden eine Verbindung der letzteren mit den Symptomen der intraoculären Druckzunahme gemeinsam gewesen. Auch dass die Schlussscene des rechtsseitigen Leidens, das entzündliche Glaucom, nur als graduelle, vielleicht durch specielle Gelegenheitsursachen hervorgerufene Steigerung eines längst bestandenen, auch linkerseits ausgebrochenen

Processes betrachtet werden müsse, wird kaum bezweifelt werden, dürfte vielmehr einen neuen Beweis für die Identität dieser beiden verschiedenen Modificationen des glaucomatösen Processes liefern, wenn es überhaupt noch eines solchen bedürfte.

Was nun die Bedeutung der klinischen und anatomischen Befunde betrifft, so könnte zunächst die Frage aufgeworfen werden, ob es sich nicht hier um ein primäres Glaucoma simplex handelt, dessen Entwickelung so latant und langsam gewesen sei, dass die intraoculäre Druckzunahme, deren Nachweis hier durch das doppelseitige Auftreten der Leiden besondere Schwierigkeiten gehabt, erst nach weit vorgeschrittener Functionsstörung auffallend geworden, dass aber Sehnerven- und Netzhautdegeneration einfach Folge des glaucomatösen Processes und dass alle andern erwähnten Allgemeinstörungen als mehr oder weniger zufällige, das ohnehin variable Bild des Glaucoma simplex wenig beeinflussende Compliactionen zu betrachten seien.

Hier musste indess in den früheren Stadien der Affection (März 1873) der ophthalmoscopische Befund, der später durch die anatomische Untersuchung bestätigt und ergänzt worden, die Aufmerksamkeit sofort von einem glaucomatösen Processe ablenken und zwar waren es nicht bloss die fehlenden Symptome des erhöhten intraoculären Druckes, sondern vorzugsweise die ausgesprochensten Erscheinungen doppelseitiger Circulationsstörungen der Netzhäute: Gefässschlängelungen, multiple kleinere Apoplexien mit später auftretenden, wenn auch beschränkten Trübungen (Bindegewebswucherungen) der Netzhaut und endlich atrophische Veränderung des Opticus in einem so frühen Stadium — diese Vereinigung von Erscheinungen musste auf eine primäre Gefässerkrankung hinweisen. Nicht weniger wichtig für die Beurtheilung des Leidens auf dem rechten Auge ist

der Process am linken Auge, welches nach 4 Jahre lang bestandenem excentrischen Scotom, vorübergehender totaler Obscuration, Bildung disseminirter apoplectischer Heerde mit allgemeiner Netzhauthyperämie und leichter Amblyopie ohne Sehfeldbeschränkung (noch im März 1873), erst nach weit vorgeschrittenem Verfall seiner Function, Anfangs 1874, intraoculäre Druckzunahme zeigt. Jedenfalls haben also die beiderseits vorgefundenen Circulationsstörungen auch rechterseits eine Zeitlang ohne Beimischung glaucomatöser Symptome bestanden. Aber nicht bloss die lange Dauer dieser retinalen Gefässerkrankungen, sondern auch der Charakter und Ursprung derselben musste für ein selbstständiges Gefässleiden der Netzhaut sprechen, dessen Zusammenhang mit den übrigen Erscheinungen der exquisiten Arterio-sclerose und den Zeichen erhöhter Spannung des Aortensystems (diastol. Geräusch, verstärkter zweiter Aortenton) sehr nahe lag. Auch die schon frühzeitig aufgetretene rechtsseitige Sehnervenatrophie kann, wie eben die ophthalmoskopische und ein Blick auf den mikroskopischen Querschnitt (Fig. 4) lehrt, keine durch die glaucomatöse Excavation bedingte sein. Dieser hohe Grad von Atrophie, wo eben nur noch Spuren von Nervenfasern zu entdecken, würde in keinem Verhältnisse stehen zu der 8—9 Monate bestandenen Amaurose, sie dürfte sich vielmehr ebenfalls auf extraoculare Gefässerkrankung zurückführen lassen und zwar zunächst auf den nachweisbaren entzündlichen Process und die starke Verdickung der Adventitia der Arteria centralis retinae, resp. der benachbarten bindegewebigen Septa, die durch Compression den Schwund der Nervenfasern, also durch chronische interstitielle Neuritis, erzeugt haben. Dass dieser Reizzustand des einen grösseren Gefässes neben fettiger Degeneration anderer kleiner Gefässe und Capillaren sehr wohl bestehen kann, wird klar, wenn man sich die verschiedenen Stadien des

atheromatösen Processes vergegenwärtigt. Endlich sprechen die eigenthümlichen mikroskopischen Veränderungen der innern Netzhautschichten gegen die primäre Entwickelung eines glaucomatösen Processes. Die hier nachgewiesene enorme Bindegewebswucherung mit degenerativer Hypertrophie der Nervenfasern, die bekanntlich seit den ersten Arbeiten von Virchow*), H. Müller**) und Schweigger***) vielfach beschrieben worden sind, verbunden mit Extravasaten, Körnchenzellen, verfetteten Gefässen und Capillaren, bilden eine so characteristische Gruppe von Erscheinungen, die zwar nicht gerade, wie H. Müller noch angenommen und nunmehr durch eine zahlreiche Reihe von Fällen widerlegt ist†), ein specifisches Product des Morb. Brightii ist, aber jedenfalls sofort an einen allgemeinen Krankheitsprocess des Circulationsapparats erinnert. Offenbar sind die Veränderungen der Gefässwände, deren verminderte Elasticität, Brüchigkeit und die dadurch bedingten vielfachen Haemorrhagien von wesentlichem Einflusse auf den degenerativen Netzhautprocess, indem von den hämorrhagischen Heerden aus der erste Anstoss zu einer bindegewebigen Wucherung der innern Netzhautabschnitte gegeben worden. Ein grosser Theil dieses Processes freilich und namentlich die Verwachsungen zwischen der Pars ciliaris, resp. der Ora serrata mit der Linsenkapsel ist jüngeren Datums und zum Theil als das Product des entzündlich glaucomatösen Anfalles anzusehen; allein es würde sich dabei immer nur um eine graduelle Steigerung und weitere Ausbreitung eines bereits längst ausgesprochenen und durch die frühere ophthalmoskopische Untersuchung nachgewiesenen ent-

*) Archiv f. path. Anat. X. 1. 180.

**) Arch. f. Ophth. IV. 2.

***) Arch. f. Ophth. VI.

†) Roth, Arch. f. path. Anat. 50. 1. 197.

zündlichen Processes handeln; ja ich möchte nicht einmal jene Adhäsionen zwischen der Pars ciliaris retinae und dem Linsenäquator ausschliesslich als Folge des Glaucoms auffassen, wenn ich mich an vereinzelte Erfahrungen über den Operationsverlauf mancher senilen Cataracte und den ihnen folgenden, durch die Lage der Narbe nicht zu erklärenden Netzhautablösungen erinnere.

Ob nun die Hypertrophie und die eigenthümlichen Ausbuchtungen der Nervenfasern ebenfalls entzündlichen Ursprunges oder die fettige Veränderung der Axencylinder das Primäre sei, wird auch hier, wie in vielen andern Fällen, dahin gestellt bleiben müssen; dass ähnliche Veränderungen des Axencylinders auch innerhalb der Markscheiden der Opticusfasern sich hier vorfinden, liesse sich auf die mechanische Wirkung einer innerhalb des Opticusstammes stattgehabten Compression, ähnlich wie nach Verletzungen*), zurückführen.

Kann also nach dem Ergebniss der klinischen und anatomischen Erscheinungen und mit Berücksichtigung des Krankheitsverlaufes auf dem noch erhaltenen linken Auge nicht gezweifelt werden, dass hier in unserem Falle die degenerativen Veränderungen der Gefässe und Substanz der Netzhaut dem glaucomatösen Processe vorangegangen sind, so ist es auch klar, dass es sich dann nicht um eine zufällige Coincidenz mit Glaucom handeln kann, dass vielmehr ein innerer Zusammenhang zwischen beiden, allmälig in einander übergegangenen Processen vorhanden sein müsse.

Von den wichtigsten Factoren des intraoculären Druckes sehen wir hier den einen, den Gefässtonus der Netzhaut, in der ausgedehntesten Weise vermindert, wir finden in einem frühen Krankheitsstadium, wo die Function noch relativ wenig beeinträchtigt ist, Jahre lang be-

*) S. Berlin, Arch. f. Ophth. XIII. 2. 292.

stehende Dilatation der Netzhautgefässe, während der andere Factor, der allgemeine Blutdruck, dem verstärkten 2. Aortentone, der vermehrten Spannung der Arteria radialis und endlich der Beschaffenheit der Arteria centralis retinae nach zu urtheilen, entschieden erhöht war. Wenn schon mit dieser Anordnung die Ursache zur allmäligen Zunahme des intraocularen Druckes gegeben ist, so ist es klar, dass derselbe mit der Zunahme der Widerstände in den kleineren Verzweigungen und Capillaren wachsen muss und dieser Widerstand wird hier repräsentirt durch den fortschreitenden degenerativen Process in den Retinalgefässen, wodurch eine grosse Zahl derselben und der Capillaren aus dem Gefässapparat der Netzhaut — ohne dass bei der bekannten Isolirtheit der Netzhautgefässe ein Ersatz durch Anastomosen gegeben ist — ausgeschaltet ist. Begreiflicherweise wird dadurch die in das Venensystem abfliessende Blutmenge vermindert und dadurch die Spannung in den zuführenden grösseren Zweigen der Centralarterie und in letzterer selbst zunehmen. Einen analogen Vorgang sehen wir bei Nierenschrumpfung, wo secundäre arterielle Druckerhöhung nach vermindertem Blutabfluss zu Stande kommt (Traube)*).

Durchmustere ich meine weiteren Beobachtungen über die Entwickelung des Glaucoms, so schien mir in einzelnen Fällen, wo die allgemeinen senilen Veränderungen der Individuen eine Verminderung des Gefässtonus wahrscheinlich machten, plötzliches Hinzutreten von Circulationshindernissen im Venensystem von wichtiger ätiologischer Bedeutung.

Die 75jährige Frau F. aus Görlitz, welche anderweitig im Jahre 1865 behufs künstlicher Maturation ihrer rechtsseitigen Cataract einer Iridectomie (nach

*) Ges. Beiträge 1871. II. 1030.

unten) mit Kapseldiscision unterworfen worden, extrahirte ich am 24. Februar 1868 rechterseits bei vollkommener Linsentrübung durch den Linearschnitt nach unten, wobei die alte Kapselnarbe der Entkapselung und Linseneinstellung grosse Schwierigkeiten entgegensetzte. Die Conjunctiva sowohl, welche bei wiederholt versuchter Fixation einriss, als ihre Gefässe, deren Verletzung ein die vordere Kammer ausfüllendes Hyphaema folgte, waren sehr brüchig. Ein ziemlich derber Nachstaar ($S = \frac{1}{20}$), den ich nicht direct angreifen mochte, bestimmten mich später (Juni 1868) zu einer neuen Iridectomie, übrigens ohne nennenswerthen Einfluss auf das Sehvermögen; das Auge war auch im nächstfolgenden Jahre in demselben Zustande, als ich (Mai 1869) die linksseitige Linearextraction (nach oben) verrichtete. Operation und Heilung waren hier glatt verlaufen, $S = \frac{1}{2}$ geworden und die Operirte von da ab in ungestörter Gebrauchsfähigkeit ihres Sehvermögens. Im November desselben Jahres wurde sie von einer schweren, doppelseitigen Pleuritis mit reichlichem Erguss befallen und während der Resorption traten im Januar 1870 Thrombose der rechten Vena suphena und crunalis mit allmälig zunehmendem Oedem beider Schenkel und Eiweiss im Urin auf. Dabei klagte die Kranke über drückende Empfindungen im r e c h t e n Auge, es zeigten sich an demselben Trübung des Humor aq. mit dichten Beschlägen der hintern Hornhautwand, glaucomatöse Härte und absolute Amaurose. Da ich die Patientin nicht bloss vor ihrer Erkrankung wiederholt zu sehen und zu untersuchen, sondern auch während letzterer selbst mit zu beobachten Gelegenheit gehabt, so konnte es für mich nicht zweifelhaft sein, dass das rechtsseitige acute Glaucom

sich erst in der letzten Zeit, jedenfalls nicht vor der Pleuritis entwickelt habe. Da sowohl die Consistenzvermehrung des Bulbus als auch die Schmerzen im Laufe der nächsten Wochen noch zunahmen und das sonst sich bessernde Allgemeinbefinden immer wieder störten, so musste der Bulbus im April enucleirt werden. Sein Glaskörper war in eine dunkelbraune, grösstentheils aus Blutgerinseln bestehende Flüssigkeit verwandelt, die nicht abgelöste Netzhaut mit zahlreichen blutigen Flecken besetzt, Gefässverstopfungen makroskopisch weder in dieser noch der Aderhaut zu bemerken. Leider war eine weitere Untersuchung des in Müller'sche Lösung gelegten, aber durch massenhafte Pilzbildung zerstörten Bulbus nicht möglich und wenn wir uns hier nur an die unzweifelhaften klinischen und anatomischen Thatsachen halten, so sehen wir in einem aphakischen, mit einem ungewöhnlich breiten Colobom versehenen Auge, das, wie ich nochmals hervorhebe, weder durch einen chronisch-iritischen Process noch etwa durch retro-iritische Schwartenbildung verändert war, unter dem Einflusse eines sehr ausgebreiteten Hindernisses im venösen System (grosses pleurit. Exsudat und Venenthrombose) ein typisches entzündliches Glaucom sich entwickeln, dem, wie ich nicht zweifle, die intraoculäre Haemorrhagie vorangegangen ist. Der Process der Venenthrombose war übrigens bei der Patientin, die sich allerdings nach der Enucleation wohler befand, damit nicht erloschen. Im Mai zeigte sich wieder eine strangartige Verdickung der rechten Vena basilica und Vena brachialis mit entzündlicher Infiltration der Ellbogen- und Oberarmhaut, bald darauf entwickelte sich Thrombose der rechten Vena jugularis, während cerebrale Erscheinungen (Hallucinationen und Delirien) sich erst im Laufe des Monats Juli einstellten, wo ich die Patientin nicht mehr sehen

konnte. (Das linke Auge war bis zum Tode gut geblieben.)

Solche ausgebreiteten thrombotischen Processe beschränken ihre Wirkungen begreiflicherweise nicht bloss auf die Folgen der verstopften Gefässabschnitte, sondern als Ausdruck einer Allgemeinschwäche, einer Verlangsamung der Circulation und der venösen Stauung werden sich ihnen auch in entfernteren Organen, wie im Auge, Circulationsstörungen und Stauungen anschliessen, welche man bei den experimentellen Venenunterbindungen (Memorsky, Adamük, Leber)*) vergebens sucht. Dazu kommt, dass mit der ausgedehnteren Dauer der thrombotischen Circulationsströmung resp. Unterbrechung, die sich bei den Experimenten an Thieren auf höchstens mehrere Minuten erstreckt, die Uebertragung der aus letzteren gezogenen Schlüsse noch weniger zulässig erscheint.

Immerhin genügen, wie auch aus dem letzterwähnten Falle hervorgeht, zur Erzeugung des Glaucoms selbst sehr ausgebreitete Compressionserscheinungen der Körpervenen nicht; es muss noch ein zweiter Factor, der sonst unter normalen Verhältnissen die etwaigen Folgen der venösen Stauung auf den intraocularen Druck auszugleichen vermag, pathologisch verändert sein, die Resorptionsfähigkeit, d. h. die Integrität der intraocularen, also auch der Netzhautgefässe selbst. Wenn man sich vergegenwärtigt, dass es sich in der grossen Mehrzahl der Fälle besonders von entzündlichem Glaucom um alte, zum Theil hinfällige Individuen handelt, so verdienen, glaube ich, diese beiden Momente: mehr oder weniger ausgebreitete Circulationshindernisse und intraoculare

*) Leber, Handbuch für Augenheilkunde von Graefe und Saemisch, II. 1. 352.

Gefäss- resp. Gewebserkrankungen, insofern letztere nämlich ein Resorptionshinderniss oder Resorptionsbeschränkung erzeugen, von klinischer Seite gewiss die grösste Beachtung. Die Thatsache der praeexistirenden Gefässerkrankungen und Haemorrhagien der Netzhaut bei gewissen Formen von Glaucom sind bekanntlich so wenig neu, wie der Name Glaucoma haemorrhagicum; auch finden sich vereinzelte gut beobachtete Falle von allgemeinen Circulationsstörungen mit Netzhauthämorrhagien und Glaucom*), allein dass diese Kategorie von den übrigen Glaucomformen aus therapeutischen Rücksichten „abgezweigt" wird, scheint mir dem Wesen des Processes nach und andrerseits gegenüber unseren sonstigen mangelhaften Kenntnissen über die Aetiologie des entzündlichen Glaucoms nicht nothwendig zu sein, und gerade diese Formen lassen den Einfluss eines Circulationshindernisses auf den intraocularen Druck übersehen.

Unter den oft erwähnten Erkrankungen der Netzhautgefässe genügt bisweilen, wie folgender Fall zeigt, eine einfache, den intraocularen Druck sonst weniger beeinflussende Secretionsvermehrung zur Entstehung der Glaucoms.

Carl Vietze, 61 Jahre, aus Görlitz, früher gesund, bemerkte am 1. Februar 1870 nach heftigen Erbrechen, das sehr stürmisch aufgetreten sein soll, eine hochgradige Sehschwäche seines bis dahin gesunden linken Auges. Bei der ersten Vorstellung am 14. Februar erkennt er mit letzteren Finger in 4'. — Sehnerv ganz verschleiert, stark hyperämisch, ohne Grenzen gegen die getrübte

---

*) v. Graefe, Arch. f. Ophth. XV. 3. 194. Pagenstecher, Arch. f. Ophth. XVII. 2. 113. Hirschberg, Bericht über die Augenkl. 1871.

Netzhaut, die Gefässe der letzteren abnorm verbreitert, geschlängelt; auf der Macula lutea grössere Apoplexien zum Theil in der Resorption begriffen, hinter diesen erscheint das Netzhautgewebe undurchsichtig, glänzend weiss, zum Theil strahlig; an dem übrigen äusseren Abschnitt der Netzhaut ebenfalls mehrere apoplectische Heerde; am innern Abschnitte kleinere Apoplexien in der Umgegend der Gefässe. Trotz wiederholter Blutentziehungen, Laxantien u. s. w., S. am 13. März kaum $\frac{1}{50}$ und auch in den nächsten Wochen unverändert; am 24. April frische Iritis linkerseits mit hinteren Synechien am unteren Pupillarrande, angeblich nach einer Erkältung auf einer Reise entstanden; 4 Tage später, nachdem bereits die Rückbildung des iritischen Processes eingeleitet war, heftiger glaucomatöser Anfall mit Trübung der brechenden Medien, Sehfelddefect nach innen und innen-oben, S. Finger in einigen Fuss. Auch nach der Iridectomie wiederholte Druckschwankungen mit bleibender erhöhter Consistenzvermehrung ohne Schmerzempfindung und Erkennen von Fingern in 4—5′. Die Netzhautextravasate nach der Iridectomie vermehrt.

Hier bewirkte die iritische Exsudation durch Secretionsveränderung und Vermehrung des Humor aqueus ein Missverhältniss zwischen Secretion und Resorption, als dessen Ursache wir die präexistirenden Ernährungsstörungen der Netzhaut betrachten dürfen.

Die Prognose solcher Fälle von Glaucoma haemorrhag. wird zunächst von der In- und Extensität der retinalen Gefässerkrankung abhängen, während jener andere, die Secretion vermehrende Factor für den Erfolg der Iridectomie weniger ins Gewicht fällt.

Aber abgesehen vom haemorrhagischen Glaucom finden wir auch sonst bisweilen — und ich komme damit auf den

ersten, Eingangs erwähnten Fall zurück — dem Ausbruche des sogenannten typischen entzündlichen Glaucoms so schwere Respirations- und Ernährungsstörungen vorausgehen, dass man unmöglich den ursächlichen Connex der beiden Affectionen von der Hand weisen darf.

Ein eclatantes Beispiel dieser letzteren Art liefert der folgende Fall von entzündlichem Glaucom, dessen Entstehung ich mir ebenfalls aus der plötzlichen und hochgradigen Störung des Antagonismus zwischen Secretion und Resorption erkläre.

Der 72jähr. Gottfr. Neuberg aus Görlitz, dessen rechtes Auge phthisisch ist, leidet seit Jahren an Emphysem mit asthmatischen Anfällen und quälendem Husten. Während einer Exacerbation der letzteren im Herbste fiel es ihm am 10. November 1872 auf, dass das bis dahin gesunde linke Auge „neblig" sah, zu diesem Nebel gesellten sich am selben Tage Schmerzen im Auge und der ganzen linken Kopfhälfte, während das Sehen progressiv schlechter wurde. Am 11. November, Abends, fand ich den Kranken lebhaft fiebernd, an quälendem Husten und Verdauungsstörungen leidend. Am linken Auge: Lidödem und leichter Oedem der Conjunctiva, lebhafte subconjectivale Injection, der Bulbus hart, herabgesetzte Empfindlichkeit der Cornea, Iris verfärbt, erweitert und starr, Humor aqueus trübe und der Hintergrund verschleiert. Defect der innern Sehfeldshälfte, S. Finger in 5'. Am 12. November: Rechtsseitiges pneumonisches Infiltrat des oberen und mittleren Lappens. — Temp. 39,2. — Iridectomie nach oben, nach deren Ausführung die Iris sich contrahirt; nach weiterer Entleerung der Humor aqueus, Hornhautcollaps und unvollkommene Wiederherstellung der vorderen Kammer. Trotz des ununterbrochenen Hustens und des durch zunehmende Schwäche bedingten mangelhaften Lid-

schlusses*), der ein in den nächsten Tagen sich entwickelndes Hornhautinfiltrat am unteren Abschnitte verschuldet, erfolgte vollständige Heilung, nachdem auch vom 13. November ab eine Resorption des pneumonischen Infiltrats eingeleitet war.

Ich könnte noch einen ähnlichen Fall anführen, den ich erst nach Ablauf des entzündlichen glaucomatösen Processes untersucht und der sich nach näher eingezogenen Erkundigungen während einer acuten ausgedehnten Pleuritis entwickelt hat. Repräsentiren auch diese erwähnten 6 Fälle unter 89 (an 63 Individuen) von primärem Glaucom nur eine geringe Quote, so erschienen sie mir, nicht als casuistische Raritäten, mittheilenswerth, sondern weil derartige wiederholt auftauchende Beobachtungen zu einer weiteren Untersuchung des Gefässapparates einerseits und des Einflusses plötzlicher Circulationsstörungen andererseits beim Glaucom auffordern. Sie erklären, um kurz zu recapituliren, den genetischen Zusammenhang zwischen erhöhtem allgemeinen Blutdrucke und Glaucom bei praeexistirenden intraocularen (Netzhaut) Gefässkrankheiten, sei es dass die Erhöhung des Blutdruckes durch primäre Erkrankung des Gefässapparates oder durch ein ausgedehntes Respirationshinderniss zu Stande gekommen ist**).

---

*) Selbstverständlich wurde hier der Druckverband, den ich übrigens nach allen Glaucomoperationen in derselben Form wie nach Extractionen anlege, besonders bewacht.

**) Ueber den Einfluss des erhöhten Exspirationsdruckes auf die intraocularen und speciell die Netzhautgefässe vergl. Donders (Arch. f. Ophth. XVII, 1. 80 seq.). Ob übrigens in den hier geschilderten und ähnlichen Fällen von acuten schweren Respirationskrankheiten noch ausserdem eine verminderte Energie der Orbicularis, des compensirenden Schutzes gegen den erhöhten Exspirationsdruck, supponirt werden muss, scheint mir für die hier vorliegende Frage von dem Zusammenhange zwischen Respirationshindernissen und intraocul. Druckzunahme unwesentlich.

Gelingt es nun, eine solche Abhängigkeit des Glaucoms von präexistirenden intra- oder extraocularen Circulationsstörungen häufiger nachzuweisen, dann wird man die besondere Classification „Secundärglaucom" aufgeben und annehmen müssen, dass das sogenannte typische Glaucom — das entzündliche vor Allem — ebenfalls secundär sei, oder man wird zugeben müssen, dass, wenn Hypersecretion auf der einen Seite und verminderte Resorptionsfähigkeit auf der andern Seite das Wesentliche, Primäre des glaucomatösen Processes repräsentiren, jene mit nachweissbaren Gefässkrankheiten und den Folgen von Circulationsstörungen zusammenhängenden Glaucomformen, welche in besonders anschaulicher Weise das Zustandekommen und Wesen des Processes erklären, in erster Reihe die Bezeichnung eines genuinen Glaucoms verdienen. Ich habe es deshalb vermieden, die oben erwähnten Fälle mit präexistirenden Netzhauthämorrhagien Secundärglaucom zu nennen.

Berlin, Februar 1875.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Hartn. 2. VII.

Fettig degenerirte Nervenfasern aus den innersten Schichten der durch haemorrhagische Retinitis und Glaucom veränderten Netzhaut.

a Keulenförmige Ausbuchtung.

c Kleinere varicöse Verdickung in Verbindung mit fettig degenerirten Ganlienzellen.

Fig. 2. Hartn. 2. VII.

a Stark erweitertes Capillargefäss aus derselben Netzhaut mit körnigem pigmentirtem Inhalte.

b Kleineres, zum Theil collabirtes Capillargefäss mit fettigem Detritus gefüllt und einen Körnchenzellenhaufen (e) einschliessend.

c Fettig degenerirtes Capillargefäss, dessen Verlauf und Verzweigungen (i, i) stellenweise aus feinen Fettpünktchen besteht.

Fig. 3. Hartn. 2. IV.

Querschnitt des atrophischen Opticus desselben enucleirten Bulbus.

a Arteria centralis retinae mit zelliger Wucherung und Verdickung der Adventitia, r. Vena centralis retinae. Die septa (s) erheblich verdickt, die meisten derselben ganz leer.

Zur Casuistik des Netzhautglioms.

Von

Dr. M. Landsberg in Berlin.

Hierzu Tafel IV.

Das sorgfältigere Studium des Netzhautglioms hat unter Anderem auch das beachtenswerthe Resultat geliefert, dass das relative Vorkommen dieser Affection, in Deutschland wenigstens, verhältnissmässig geringe Schwankungen zeigt. So berechnet Hirschberg*) nach dem v. Graefeschen Material die relative Häufigkeit auf 0,05 pCt.; nach einer Statistik aus der Arlt'schen Klinik*) kamen 5 auf 8451; bei Hirschberg**) selbst 3 auf 5428 und bei Mooren***) 4 auf 5768 Augenkranke. Ich selbst habe unter 8145 Augenkranken in Görlitz 4 einseitige Gliome beobachtet, so dass die Häufigkeitsziffer nach diesen Beobachtungen zwischen 0,05—0,069 pCt. liegen würde. Von diesen Fällen nun habe ich 3 in den verschiedensten Stadien operirt und 2 von ihnen verdienen schon des therapeutischen Erfolges wegen eine besondere Erwäh-

---

*) Markschwamm der Netzhaut. S. 164.

**) Klinische Beobachtungen von V. Hirschberg. 1874.

***) Ophthalmiatr. Mittheilungen aus dem Jahre 1873.

nung. Ein dritter, 3jähriger Knabe, im Stad. fungorum mit Secundärknoten am Schädel operirt, starb nach 3 Monaten, während ein 4. Fall, 4jähriger Knabe, mit grossem Ciliarstaphylom, ohne äusserlich sichtbare Secundärausbreitung am Schädel, 4 Wochen nach Aufnahme dieses Befundes spontan zu Grunde ging.

1. Robert C., 3 Jahr, aus Wigandsthal (Schlesien), ein kräftiger, wohlgenährter und rothwangiger Knabe, der stets gesund gewesen, stammt von gesunden Eltern. Die Mutter, die früher ein Kind mit Spina bifida geboren, hat während der Schwangerschaft ungewöhnlich viel Kummer und Aufregungen gehabt, sie hat dieses Kind selbst und besonders sorgfältig gepflegt und berichtet bei der ersten Vorstellung desselben am 4. Mai 1869, dass sie bereits in seinem ersten Lebensjahre einen „gelben Schein" in seinem linken Auge bemerkt, aber zufällig vor einigen Wochen erst die totale Blindheit des letzteren constatirt habe.

Der linke Bulbus zeigt: keine Beweglichkeitsbeschränkung, keine Protrusion, er fühlt sich härter an als der rechte; am innern Scleralabschnitte einzelne stärker injicirte Muskelgefässe, Gewebe und Function der Iris normal, klare brechende Medien. Mit blossem Auge schon entdeckt man den aus der Tiefe der Pupille hervorschimmernden bekannten, gelben, metallisch glänzenden Reflex, der von der nach vorn gedrängten Netzhaut stammt. Letztere bildet eine unregelmässige, aus einzelnen Buckeln bestehende Geschwulst, auf deren Oberfläche gröbere Gefässe und deren Ramificationen zu verfolgen sind. Die ganze innere Oberfläche der Geschwulst sieht nach der Axe des Bulbus zu, verengert sich nach hinten trichterförmig und erscheint hier nur durch einen schmalen senkrechten Spalt geschieden. Die einzelnen Buckel mit der Loupe betrachtet, gelblich gefleckt, entsprechen ungefähr der Aequatorialgegend der Netz-

haut, 3 grössere, durch tiefe Einschnitte geschiedene, liegen innèn, resp. aussen und aussen unten, 2 flachere am oberen Abschnitte der Netzhaut. Am 8. Mai 1869 wird die Enucleatio bulbi cum neurectomia verrichtet und misst das Opticusstück, dessen durchaus normale Beschaffenheit constatirt wurde, 11 Mm.

Der Bulbus misst in der optischen Axe 22 Mm., in der horizontalen 22,5*) und in der verticalen 21,5 Mm. Die trichterförmig abgelöste Netzhaut, nur durch einen schmalen Strang mit dem Sehnerven verbunden, zeigt in ihrem vorderen Abschnitte die oben erwähnten Knoten von 6—4 Mm. Durchmesser, welche mikroskopisch die bekannte Structur des Glioms mit beginnendem fettigem Zerfall an einzelnen Punkten der Oberfläche zeigen. Statt einer ausführlicheren Beschreibung des bekannten anatomischen Befundes resp. des negativen Befundes an den übrigen Organen des Bulbus führe ich kurz den Bericht des Herrn Prof. Waldeyr an, dem ich das Präparat übersandt: „Der Tumor retinae ist ein Glioma fibrosum, offenbar in einem noch frühen Stadium, denn die gliofibröse Wucherung beschränkt sich auf die vorderen Retinalabschnitte". Der Knabe, den ich 5 Jahre lang unausgesetzt beobachten konnte, ist gegenwärtig, fast 6 Jahre nach der Operation, körperlich und geistig gut entwickelt und trägt seit 2½ Jahren ein künstliches Auge.

Der zweite Fall von Heilung verdient wegen seiner Ausbreitung und seiner sonstigen anatomischen Eigenthümlichkeiten einer ganz besonderen Erwähnung: Die 6jährige Bertha Liebig aus Sprottau, jetzt in Berlin, wurde mir am 6. Januar 1873 zum ersten Male vorgestellt. Sie stammt von gesunden Eltern und ist selbst bis zum August 1872 stets gesund gewesen. Um

*) Die Sclera war in der Aequatorialgegend bis auf 0,7 Mm. verdünnt.

diese Zeit wurde von letzteren ein „Schein" in der Tiefe des linken Auges bemerkt, und bei geschlossenem rechten Auge nur hell und dunkel deutlich unterschieden. Erst im December desselben Jahres wurde das linke Auge geröthet und schmerzhaft. Ich constatirte am 6. Januar 1873 Status glaucomatosus des linken Auges (mässige Ciliarinjection ohne grosse Lichtscheu, Mydriasis mittleren Grades, Trübung des Humor aqueus und Härte des linken Bulbus), keinen Exophthalmus, keine Bewegungsstörungen, einen aus der Tiefe des Auges stark schillernden Reflex, welcher von der in einen grösseren, reichlich vascularisirten fast bis an die hintere Wand des Linsensystems reichenden Buckel umgewandelten Netzhaut ausgeht. Die Geschwulst nimmt vorzugsweise die innere Hälfte der Netzhaut ein und reicht hier bis zur Ora serrata heran. Grosse Lampe wird noch in 1—2' erkannt. Erst am 7. Mai wird das Kind, das inzwischen die Masern überstanden hat, zur Enucleation wieder gebracht. Die gliöse Degeneration reicht jetzt am innern Abschnitt bis an die Aequatorialgegend der Linse. Der steinharte Bulbus wird am 8. Mai mit gleichzeitiger Resection eines 8 Mm. langen Stückes des Sehnerven enucleirt. Er misst in der optischen Axe 25 Mm. in der horizontalen 24 und in der verticalen Axe 24 Mm. In der unteren Hälfte des durch einen Horizontalschnitt halbirten Bulbus (Fig. A) befindet sich die Hauptmasse (tu) der Geschwulst, welche den mittlern Raum zwischen der hintern Linsenkapselfläche und Opticusinsertion in einer Ausdehnung von 14 Mm. Länge und 10 Mm. Breite einnimmt, während sie sich mit der Pars ciliaris retinae, die allein von der ganzen Retina noch das gröbere normale Aussehen bewahrt hat, flügelförmig zu beiden Seiten und parallel der Zonula zinnii sich ausbreitet. Aber auch in die Substanz des Sehnerven, der eine starke Druckexcavation zeigt, setzt sich jene Masse,

4 Mm. weit, als speckig-graues Infiltrat fort; der Sehnerv selbst ist bis auf 5 Mm. verdickt. Die Geschwulst selbst, eine weiche, gelblich graue Masse, besteht aus einzelnen Läppchen, in welche zahlreiche, sandkorngrosse verkalkte Punkte eingesprengt sind. Die obere, in der Geschwulstentwickelung weniger vorgeschrittene Netzhauthälfte (Fig. B.) stellt eine strangförmige mit einzelnen Knötchen besetzte Masse dar, welche vorn in einer Ausdehnung von 10 Mm. mit der seitlichen Linsenkapsel fest verwachsen ist und sich ebenfalls unmittelbar in die Sehnervensubstanz fortsetzt. Die mikroskopische Beschaffenheit weicht kaum von den vielfach publicirten Beschreibungen ab: Körnchenzellen, zum Theil in fettiger Umbildung begriffen, und von zahlreichen Capillaren durchzogen, sind in einer sehr sparsamen kurzfaserigen Grundsubstanz eingebettet, welche letztere nur in den jüngeren Abschnitten (der oberen Hälfte A) der Geschwulst, wo sich übrigens die einzelnen Netzhautschichten ebenfalls nicht mehr unterscheiden lassen, reichlicher und gleichzeitig derber entwickelt ist. Den anatomisch wichtigsten Punkt bildet hier offenbar die Ausbreitung des Glioms im Sehnerven, wo die Afterbildung, wie Fig. 1—3 zeigen, verschiedene Wege einschlagen kann. Fig. 2, ein Querschnitt an der Grenze der gliösen Sehnerven-Infiltration zeigt die relativ frühe Zerstörung der Septum-Scheide (s), obschon das eine septum a eine eben erst beginnende Entwickelung von Gliomzellen zeigt. Einen andern, seltneren Weg der Verbreitung sehen wir in Fig. 1 repräsentirt, wo die „maiskolbenförmig" wuchernden Gliomknoten (gl) bis an das Lumen des Vena centralis (v) reichen und das Anfangsstück derselben mit Gliomzellen erfüllen, während das Innere der Arteria centralis retinae frei ist. Eine zweite Veränderung an den Opticusgefässen, wenigstens in unmittelbarer Nähe der Insertion des Opticus, ist die

Verdickung und stellenweise gliöse Wucherung in der Gefässwand. Einen derartigen exquisiten gliösen Heerd sehen wir (Fig. 1 x) in der Wand der Vena centralis, der sich in sie unmittelbar aus der äusseren Umgebung fortsetzt. Die Wände der Arteria centralis sind, obschon die Gliomzellen (gl) ebenfalls ihrer Adventitia dicht anliegen, auf Längs- wie auf Querschnitten von Gliomzellen frei; dagegen finde ich auf dem Querdurchschnitte einer kleineren Arterie aus der Gegend der Opticusscheide (Fig. 3) in der Nähe eines Gliomknotens die benachbarten Gliomzellen a unmittelbar in die Adventitia des Gefässes eindringen.

Eine andere Eigenthümlichkeit im Gegensatze zu der intensiven Zerstörung des Opticus — wenigstens eines 4 Mm. langen Stückes — bietet hier die völlige Integrität der Chorioidea, deren innere Oberfläche mit einzelnen abgebröckelten Fragmenten der Geschwulstoberfläche bedeckt ist. Epithelzellen sowohl wie Stroma, sternförmige Zellen und Gefässe zeigen sich überall gut entwickelt und nur vielfache hämorrhagische Stellen mit übrigens noch gut erhaltenen Blutkörperchen lassen auf die stattgefundene Circulationsbehinderung schliessen.

Auch dieses Kind, dass ich nun 1¾ Jahre nach der Operation beobachte, ist bis jetzt frei von einem Recidiv geblieben und darf als geheilt betrachtet werden*). Es würde sich dieser Fall als zweiter dem von v. Graefe operirten und von Hirschberg**) beschriebenen Falle von Gliom mit dort freilich „mikroskopischem" Secundärknoten des Sehnerven anschliessen.

Bei einer zu so allgemeiner und rascher Ausbrei-

*) Das Kind trägt seit nunmehr 1¼ Jahren ein künstliches Auge, ist am 18. November 1874 in der Berliner medicinischen Gesellschaft vorgestellt worden und befindet sich jetzt (Ende Juli 1875) vollkommen gesund.

**) l. c. p. 19.

tung tendirenden Geschwulstbildung, deren frühzeitiges Erkennen überdies durch die eigenthümliche Localität der Affection und durch das Alter der Individuen so sehr erschwert wird, sind selbst ganz vereinzelte Fälle von dauernder Heilung für die Beurtheilung der Malignität der Krankheit äusserst wichtig. Allein die Zahl der durch die Operation des Netzhautglioms dauernd geheilter Fälle hat in den letzten Jahren so entschieden zugenommen, dass wir uns in der That, namentlich mit Berücksichtigung der günstig verlaufenen Fälle mit Secundärknoten, der Hoffnung hingeben dürfen, auf die Malignität dieser Affection und der Mortalität des kindlichen Alters durch dieselbe noch weiter günstig einzuwirken.

Endlich will ich noch eine Erscheinung erwähnen, die mir in beiden vorstehend angeführten Fällen aufgefallen ist und die den weniger Erfahrenen leicht unnöthige Sorgen bereiten kann. Es ist die durch die ausgedehntere und festere Narbenbildung in der Spitze das Orbitalkegels bedingte Formveränderung der Weichtheile der Orbita, welche letztere in meinen beiden Fällen vollständig begrenzte, rundliche Hervordrängungen (an 1—2 Stellen) gebildet und im Stadium der Anaemie der Kinder leicht eine Recidivgeschwulst vortäuschen konnten. Das künstliche Auge gleicht übrigens diese Unregelmässigkeiten der Form der Orbita sehr bald vollständig aus.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. A untere, Fig. B obere Hälfte des durch einen Horizontalschnitt halbirten linken Bulbus mit Glioma retinae et meri- optici in natürl. Grösse.

tu intraoculare Gliommasse, welche in beiden Abschnitten nach vorn bis an die hintere Wand der Linse reicht und fächerförmig sich nach der Zonula zinnii zu ausbreitet.

oi Graue gliose Infiltration des n. opticus.

c Verfettete, von der Geschwulstoberfläche abgelöster Gliompartikelchen, welche die innere Oberfläche der Aderhaut bedecken.

Fig. 1. Längsdurchschnitt der Centralgefässe des Opticus-Glioms· Verbreitung von Gliomknoten gl bis an den Anfang der Vena centralis retinae (v), deren Inneres zum Theil mit Gliomzellen (gl') besetzt ist. Bei x gliöse Wucherung in der Adventitia der Vene. Das Lumen der Arteria centralis retinae (a) frei; einfache Verdickung der Adventitia. Vergrösserung $^1/_{250}$.

Fig. 2. Querdurchschnitt des N. opticus, an der Grenze der gliösen Infiltration. In a vereinzelte Gliomzellen, während die benachbarte Wand s das Septum b von Gliomzellen dicht besetzt und erfüllt ist. Vergrösserung $^1/_{250}$.

Fig. 3. Querschnitt einer kleineren Arterie des gliös degener. Opticus mit beginnender Entwickelung von Gliomzellen (a a a) in der Adventitia. Vergrösserung $^1/_{250}$.

Beobachtungen an einem mit doppelseitiger Cataract geborenen, erfolgreich operirten Kinde.

Von

Prof. Dr. A. v. Hippel*).

Während es schwerlich gelingen wird, auf dem Wege der physiologischen Untersuchung oder des Experimentes festzustellen, ob die Vorstellung des Raumes uns angeboren oder durch Erfahrung erworben ist, Beobachtungen an Blindgeborenen, die später sehend wurden, mithin für diese Frage immer nur von untergeordneter Bedeutung sein können, ergeben sie doch nach manchen anderen Richtungen hin recht interessante Resultate, welche die Veröffentlichung eines neuen derartigen Falles wohl rechtfertigen dürften, um so mehr, als die darauf bezügliche Literatur im Ganzen noch recht dürftig ist. Von wichtigeren hierher gehörigen Beobachtungen liegen mir neben den beiden allgemein bekannten und genann-

---

*) Das Manuscript dieser Arbeit wurde am 15. April d. J. vor Erscheinen des ersten Heftes von diesem Jahrgang des Archivs eingereicht und es konnte daher die in dem letztern enthaltene Mittheilung von Hirschberg über denselben Gegenstand von dem Herrn Verfasser nicht mehr berücksichtigt werden.

Die Redaction.

ten von Cheselden*) und Wardrop**) im Original vor noch die von Ware***), Home†) und Franz††), ferner ein Referat über die von Trinchinetti†††), während mir leider die von Nunneley, welcher Stumpf*†) in seinem Buche erwähnt, nicht zugänglich gewesen ist. — Andere Fälle, die nur ein untergeordnetes Interesse beanspruchen können, sind von Janin, Beer, Daviel, Platner veröffentlicht. Indem ich mir vorbehalte, am Schluss meiner Arbeit auf die Mittheilungen der erstgenannten Autoren noch etwas näher einzugehen, wende ich mich zunächst der Besprechung des Falles zu, den ich zu beobachten Gelegenheit gehabt habe. Derselbe betrifft ein Kind aus Lauenburg i. Pommern, welches wegen doppelseitigen angeborenen Staars von seinen Eltern Prof. Jacobson zugeführt und von diesem behufs genauer, wissenschaftlicher Beobachtung in meine Klinik geschickt wurde.

Pauline C., 4 Jahre alt, stammt aus einer Familie, in welcher Heirathen unter Blutsverwandten sehr häufig vorgekommen sind; auch ihre Eltern waren nahe mit einander verwandt (Oheim und Nichte). Patientin besitzt noch 5 ältere Geschwister, von denen die vier ersten vollkommen gesund sind. Das jüngste Kind, ein Knabe, soll mit normalen Augen geboren sein und die beiden ersten Jahre seines Lebens gut gesehen haben; dann entzündete sich unter starker Röthung und reichlichem Thränenfluss erst das eine und kurze Zeit darauf auch

*) Philosoph. Transact. 1728. p. 447.
**) Philosoph. Transact. 1826. p. 529.
***) Philosoph. Transact. 1801. p. 382.
†) Philosoph. Transact. 1807. p. 83.
††) Philosoph. Transact. 1841. VI. p. 59.
†††) Archives des sciences phys. et natur. de Genève. Tom. VI. p. 336.
*†) Ueber den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung. Leipzig, 1873. p. 289.

das andere Auge, und das Sehvermögen nahm so erheblich ab, dass das Kind nicht mehr allein umhergehen konnte. Nach zweimonatlicher Dauer des Leidens wurde Patient einem Augenarzt in einer benachbarten Stadt zugeführt und von diesem gleichzeitig auf beiden Augen operirt, allerdings ohne Erfolg, denn es trat Erblindung ohne Lichtschein ein. Die Mutter des Knaben, welche die Reise während der Gravidität unternommen, erkrankte in Folge der Gemüthsbewegung, sodass sie mehrere Wochen das Bett hüten musste. Einige Monate darauf wurde Patientin geboren: ein im Uebrigen vollkommen entwickeltes, ausgetragenes Kind, aber mit cataractöser Trübung beider Linsen behaftet. Etwa ein halbes Jahr später starb die Mutter an einem chronischen Lungenleiden.

Patientin, die am 29. Mai 1874 in meine Klinik aufgenommen wurde, ist ein geistig ungewöhnlich entwickeltes Kind von normalem Körperbau und hat bisher keine Krankheiten durchgemacht. Trotz ihres jugendlichen Alters giebt sie auf alle Fragen verständige Antworten und findet ein besonderes Vergnügen daran, mit sich die verschiedensten Versuche anstellen zu lassen, über die ich weiter unten berichten werde.

Was zunächst den Zustand ihrer Augen betrifft, so erscheinen dieselben von normaler, dem Lebensalter angemessener Grösse; der vordere Abschnitt ein wenig ectatisch, die Sclera etwas bläulich, der intraoculare Druck normal. Iris: grünlich-braun gefärbt; Pupillen, ursprünglich sehr eng, durch Atropin in mittlerem Grade erweitert, aber nicht ad maximum dilatirbar. Linsen beiderseits getrübt, von weiss-bläulicher Farbe. Die Trübung ist nicht gleichmässig, im unteren Theile stärker ausgesprochen, als im oberen, wo die vorderen Rindenschichten nicht völlig undurchsichtig scheinen.

Sehr auffallend ist die Art der Augenbewegungen:

ohne irgend ein Bestreben zur Fixation zu zeigen, rollen die Bulbi in unregelmässiger Weise schwankend hin und her, bald nach aussen, bald nach innen, besonders aber nach oben, wo sie dann unter den leicht herabhängenden oberen Lidern fast verschwinden. Ab und zu treten ohne nachweisbare Veranlassung ganz eigenthümliche Bewegungen auf: als ob jedes Auge einem eigenen, besonderen Innervationsimpulse folgte, dreht es sich unabhängig vom anderen in den verschiedensten Richtungen. Es entstehen dadurch Combinationen von Augenstellungen, die wir sonst niemals beobachten: Divergenz nach oben und unten, dann wieder Convergenz des einen Auges bei geradeaus gerichtetem Blicke des anderen etc. Dieselben bestehen nicht etwa längere Zeit hindurch unverändert, sodass wir sie auf abnorme Contractionszustände der Augenmuskeln zurückführen könnten, sondern verschwinden nach wenigen Augenblicken, um anderen, ebenso ungewöhnlichen Platz zu machen. — Nur dann, wenn man der kleinen Patientin in einem dunkelen Raume ein Licht nahe vorhält, bemerkt man an den Augen eine geringe Tendenz zur Fixation; sie machen zwar auch noch oft pendelnde oder zitternde Bewegungen, haben aber doch das deutliche Bestreben, sich nach der Lichtquelle einigermassen hinzuwenden, so lange dieselbe unbeweglich bleibt. Bei abwechselnder Annäherung und Entfernung hört dagegen der Impuls zur Fixation sofort auf und die unregelmässigen Bewegungen treten wieder ein.

Zunächst versuchte ich nun den Grad des vorhandenen Sehvermögens in der Weise zu bestimmen, dass ich in 20 Fuss Entfernung eine Lampe aufstellte und die Flamme abwechselnd durch einen Schirm verdeckte und wieder frei liess. Patientin gab jedesmal richtig an, wenn das Licht erschien und zwar ebenso gut mit jedem Auge allein, als mit beiden. — Bewegte ich die Lampe

nach verschiedenen Richtungen, so bezeichnete sie mit der Hand die Seite, nach welcher ich sie hinführte; auffallend war mir dabei, dass sie die seitlichen Stellungsveränderungen viel schneller und sicherer angab, als die verticalen.

Wurde die Kleine mit dem Rücken gegen ein Fenster gestellt und die Hand vor ihren Augen hin und hergeführt, so sah sie die Bewegung derselben sicher bis auf 2 Fuss Entfernung, erkannte innerhalb dieser Distance jeden stärker Licht reflektirenden Gegenstand als solchen (Glas, Teller, Löffel etc.) nnd bezeichnete ihn als „Spiegel", und unterschied weisse Gegenstände (Taschentuch, Papier) von gefärbten. Erstere nannnte sie richtig „weiss", letztere ohne Rücksicht auf die Farbe „dunkel". — Ob sie fähig war, Farben zu unterscheiden, liess sich mit Sicherheit nicht ermitteln, da sie die Namen derselben nicht kannte; es ist mir indessen aus dem Grunde unwahrscheinlich, weil sie nicht einmal den Unterschied in der Helligkeit der Farben richtig zu beurtheilen schien. So erklärte sie z. B. dunkeles Roth für heller als helles Grün.

Eine richtige Schätzung der Entfernung war nur innerhalb sehr beschränkter Grenzen bei ihr vorhanden. Hielt man ihr ein helles Object innerhalb eines Abstandes von 2 Fuss vor die Augen, so gab sie richtig an, ob sich dasselbe in ihrer unmittelbarsten Nähe oder etwas weiter entfernt befand. Genau zu lokalisiren vermochte sie es indessen nicht, denn bei der Aufforderung, den Gegenstand schnell zu berühren, fuhr sie mit der Hand bald darüber hinaus oder daran vorbei, bald taxirte sie die Entfernung zu gering und nur ausnahmsweise traf sie gerade auf denselben herauf. Es machte dabei keinen Unterschied, ob man ihr ein Auge verband oder beide frei liess, denn sie zeigte auch nicht das geringste Bestreben, das Object zu fixiren. Es scheint mir daher

nicht unwahrscheinlich, dass sie die starke Annäherung desselben gar nicht vermittelst ihres Gesichtes, sondern vermöge ihres ausserordentlich feinen Gefühls wahrnahm. Zur Stütze meiner Ansicht möchte ich anführen, dass schon Burdach*) auf die besondere Feinheit des Fühlsinnes bei Blindgeborenen aufmerksam gemacht hat, vermöge deren auch die leiseren Eindrücke, welche die Aussendinge durch den Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche ihres Körpers machen, wahrgenommen werden, ehe sie noch mit ihm in Berührung kommen."

Obgleich der Tastsinn der Patientin, besonders in den Fingerspitzen, bis zu einem wirklich erstaunlichen Grade ausgebildet war, so vermochte sie mitunter doch nicht allein mit seiner Hülfe Gegenstände, die man ihr in die Hand gab, zu erkennen. Sie half sich dann in der verschiedensten Weise aus der Verlegenheit. Als ich sie z. B. eines Tages ein Glas berühren liess und sie dasselbe nicht gleich erkannte, klopfte sie mit dem Finger daran und benannte es bei dem klingenden Ton sofort richtig; ähnlich verfuhr sie bei einem Wachsstockbecher, den sie nach dem Ton des Bleches für eine „Sparbüchse" erklärte. — Liess sie in anderen Fällen auch dies Mittel im Stiche, so nahm sie Geruch und Geschmack zu Hülfe, um sich ein Urtheil zu bilden.

Zunächst lag mir daran, die Kleine für die nach ausgeführter Operation anzustellenden Sehversuche vorzubereiten; ich bemühte mich daher, sie mit einer Anzahl von Objecten soweit sicher vertraut zu machen, dass sie sie bei der Berührung sofort erkannte und richtig benannte. Den Anfang machte ich mit einer Kugel und einem Würfel von Holz; sie unterschied beide leicht von einander und bezeichnete erstere als „Apfel, Apfelsine", auf die Benennung des letzteren verfiel sie nicht.

*) Burdach: Blicke ins Leben. 1844. Bd. III. p. 35.

Sobald ich ihr aber die richtigen Namen nannte, meinte sie: „Damit macht man so", rollte die Kugel längs der Erde und liess den Würfel, wie beim Spiele, aus der Hand fallen. — Weiter lehrte ich sie Schlüssel, Ring, Taschenmesser, Teller, Glas, Löffel, Hut und noch eine Reihe anderer Gegenstände sicher erkennen und benennen, was ihr bei ihrem vortrefflichen Gedächtnisse recht leicht wurde. — Sehr merkwürdig war mir bei der sonstigen Intelligenz des Kindes das Anfangs gänzlich mangelnde Urtheil über die Grössenunterschiede zweier Objecte. So erklärte sie z. B. von 2 Schlüsseln, deren einer eine Länge von 12 Cm., der andere eine solche von 7 Cm. hatte, letzteren für den grösseren; eine Kugel von $5^1/_2$ Cm. Durchmesser für kleiner, als einen Würfel von $2^1/_2$ Cm. Kante. Als ich ihr einen runden hölzernen Stab von 43 Cm. Länge und 1 Cm. Dicke und eine Bleifeder in die Hand gab, bezeichnete sie den Stab als länger, die Bleifeder aber als dicker. Ueber die Länge der Gegenstände orientirte sie sich übrigens so, dass sie dieselben an einem Ende umfasste und dann zwischen den Fingern der anderen Hand hindurch zog.

Im Gegensatz zu der Unsicherheit in Bezug auf Beurtheilung der Grössenverhältnisse stand die Präcision, mit welcher das Kind Unterschiede in der Schwere zweier Objecte angab, nachdem es dieselben nur einen Augenblick in den Händen abgewogen; selbst geringe Gewichtsdifferenzen wurden regelmässig bemerkt. — Um zu ermitteln, wieweit die Kleine im Stande war, Gegenstände zu erkennen, die den ihr bekannten in der Form ähnlich, im Stoff aber unähnlich waren, gab ich ihr zunächst eine Glaskugel von der Grösse der hölzernen, die ich früher gebraucht, in die Hand. Sogleich fragte sie: „läuft die auch durch die ganze Stube, wenn ich sie hinwerfe?" erkannte sie also als runden Körper, verfiel aber nicht auf das Wort „Kugel", das sie sofort aus-

sprach, als ich sie die schon bekannte hölzerne berühren liess. Den aus Holz gefertigten Würfel benannte sie stets richtig, sobald sie mit dem Finger einmal seine scharfen Kanten und glatten Flächen berührt hatte, dagegen erkannte sie einen kleineren, aus Knochen gearbeiteten, mit abgerundeten Kanten nicht als solchen; es schien ihr auch nicht einmal, wie bei der Kugel, die Aehnlichkeit der Form aufzufallen. Aus dem Mitgetheilten dürfte demnach wohl hervorgehen, dass die lediglich durch das Gefühl gewonnenen Vorstellungen von Körperformen bei dem Kinde in einem nur verhältnissmässig geringen Grade entwickelt waren.

Am 2. Juni wurde in tiefer Narcose auf dem linken Auge eine vorsichtige Discision der Linsenkapsel gemacht, da mit grösster Wahrscheinlichkeit ein wenigstens theilweise verflüssigter Linseninhalt diagnosticirt war. Sofort bei Eröffnung der Kapsel trat ein Theil der Cataract in Form einer milchigen Flüssigkeit aus, verursachte eine diffuse Trübung des Humor aqueus und verbreitete sich in der ganzen vorderen Kammer, sodass die Iris vollständig verschleiert erschien. Da die Nadel schnell zurückgezogen wurde, so entleerte sich nur wenig Kammerwasser und es konnte, ohne Gefahr die Iris zu verletzen, am unteren Cornealrande mit einer Lanze ein Einstich gemacht und durch die lineare Wunde der Rest des Humor aqueus sammt den darin suspendirten Linsentheilchen entfernt werden. Nach kurzer Compression des Auges mit einem Ballen Charpie sammelte sich schnell wieder etwas Kammerwasser an und aus der Kapselwunde traten Stückchen getrübter Linse, die sammt dem Humor aqueus durch Lüften der Wunde nochmals entleert wurden. — Atropin. Druckverband. Nach 12 Stunden wurde der Verband zum ersten Mal entfernt; die vordere Kammer war wieder hergestellt, der Humor aqueus klar, weitere Linsentheile

schienen nicht ausgetreten zu sein; Pupille fast so weit, wie vor der Operation, keine Synechien, Linse in ihrem Volumen nachweisbar verkleinert, aber noch die ganze Pupille ausfüllend; geringe Injection, kein Schmerz. — In den nächsten 3 Tagen schritt die Resorption der Linse ohne alle Entzündungssymptome von Seiten der Iris so rapid weiter fort, dass im oberen Theil der Pupille sich bereits eine kleine, schlitzförmige Stelle zeigte, an der man den klaren Glaskörper sah.

Eigenthümlich war dabei das Verhalten der Augen, als ich das operirte mit seitlicher Beleuchtung betrachten wollte. Dasselbe floh sofort in den inneren Winkel bis fast hinter die Carunkel, das andere correspondirend in den äusseren und blieb hier fest stehen, so lange die intensive Beleuchtung anhielt, während die Augen bisher immer, auch bei der Untersuchung, in der früher geschilderten unregelmässigen Weise hin und her bewegt wurden. Gleichzeitig sagte die Kleine ganz ungefragt: „Heute ist das Licht sehr hell." — Sehversuche wurden noch nicht angestellt, da ich erst noch eine Aufhellung des Pupillargebietes in grösserer Ausdehnung abwarten wollte; die Augen blieben dauernd verbunden. — Am 9. Juni hatte Patientin viel geweint; bei Abnahme des Verbandes erschienen die Conjunctivae stark injicirt und bereits am Nachmittag brach beiderseits eine acute Conjunctivitis mit mässigem Lidödem und starker Eitersekretion aus. Trotz consequenter Application von Eisumschlägen und täglichem Touchiren mit Sol. arg. nitr. hielt die Entzündung während der nächsten 3 Wochen ziemlich unverändert an und auch die Resorption der Linse schien, soweit man es bei der hochgradigen Lichtscheu beurtheilen konnte, keine nennenswerthen Fortschritte mehr zu machen. Wegen starker Schwellung der oberen Uebergangsfalten beschloss ich dieselben mit Arg. nitr. mite zu touchiren, chloroformirte zu dem

Zwecke die Kleine und verband damit zugleich eine genaue Untersuchung des operirten Auges. Dieselbe ergab, dass die Kapselwunde sich vollkommen geschlossen hatte, dabei war die Linse erheblich geschrumpft, nur noch eine mässige Menge eingedickter Rinde vorhanden, an einzelnen Stellen der Kapsel grell weisse, Cholestearin enthaltende Auflagerungen. Trotz der Verkleinerung der Linse füllte sie fast die ganze Pupille aus, welche sich auf Atropin nur wenig erweiterte, obgleich keine Synechien bestanden. — Nach mehrfach wiederholtem Touchiren mit Arg. nitr. mite nahm Injection, Schwellung der Conjunctiva und Eitersecretion schnell ab, sodass am 11. Juli zu einer abermaligen Operation des linken Auges geschritten werden konnte. Von einer Wiederholung der Discision war natürlich bei der Beschaffenheit der Linse kein Erfolg zu erwarten und es wurde daher in tiefer Narcose sofort die lineare Extraction, verbunden mit Iridectomie nach oben ausgeführt. Die Entfernung des grössten Theiles der ziemlich consistenten Rinde gelang leicht, sodass das eigentliche Pupillargebiet fast vollkommen klar wurde und nur am unteren Rande der alten und in der neuen Pupille einige wenige Rindenreste zurückblieben. Die Wundheilung verlief in normaler Weise; zum Wechseln des Verbandes wurde Patientin jedesmal chloroformirt, um das vorzeitige Zustandekommen von Gesichtswahrnehmungen bei ihr sicher auszuschliessen.

Am 18. Juli konnte der erste Sehversuch angestellt werden: Bei verbundenem rechten Auge liess ich in einem verdunkelten Zimmer, in welchem ein Normalsichtiger alle Gegenstände noch deutlich erkannte, Patientin auf einen Stuhl setzen, entfernte den Verband vom linken Auge und forderte sie auf, mir zu sagen, ob und was sie sähe. Sie öffnete einmal halb die Lider, das Auge machte einige rollende Bewegungen, die Kleine

gab Zeichen von Unruhe und Unbehagen, schloss dann sofort fest das Auge und war durch kein Zureden zu bewegen, dasselbe abermals zu öffnen. Mit zusammengekniffenen Augenlidern und ängstlichem Gesichtsausdruck sass sie regungslos da, antwortete auf die Frage, was sie sähe: „Nichts!" und begann, als ich dieselbe wiederholte, heftig zu weinen; erst nachdem das Auge verbunden war, beruhigte sie sich wieder. — Nach 3 Tagen wiederholte ich den Versuch. Patientin weinte diesmal nicht mehr, vermochte das Auge aber immer nur auf Augenblicke zu öffnen, wobei dasselbe rollende Bewegungen machte und sich, sobald man sie aufforderte auf irgend Etwas hinzusehen, meistens in den äusseren Winkel stellte. Selbst eine wenig intensive Beleuchtung schien ihr noch sehr unangenehm zu sein. — Auf die Frage, ob sie Etwas sähe, antwortete sie diesmal: „ja," auf die weitere Frage: „was?" „das weiss ich nicht." Als ich darauf die geöffnete Hand vor ihrem Auge von rechts nach links hin- und herbewegte, sagte sie: „das rührt sich." Gefragt: „wie?" antwortete sie wieder: „Das weiss ich nicht."

Ein Taschentuch wurde ihr nun in ca. 8″ Entfernung vorgehalten und sofort von ihr als „hell" bezeichnet. Auf die Frage, ob das Helle nahe oder weit von ihr wäre, erwiederte sie: „weit, aber das kann man reichen." Als ich das Tuch langsam von ihr entfernte, folgte sie mit der Hand demselben nach. Führte ich dasselbe von rechts nach links und wieder zurück und fragte sie nach der Art der ausgeführten Bewegung, so ahmte sie dieselbe richtig mit der Hand nach, brachte ich es aber von oben nach unten und umgekehrt, so erwiederte sie stets auf die Frage nach der Richtung, in der sie es sich bewegen sähe: „das weiss ich nicht." Zwei Tage später wurden die Versuche mit demselben Resultat wiederholt. Am 25. Juli hielt ich der Patientin

einen Schlüssel, den sie früher oft in Händen gehabt und bei der Berührung stets sofort erkannt hatte, in ca. 6″ Entfernung vor das Auge; sie sah ihn, wusste ihn aber nicht zu benennen. Bei der Aufforderung, den Gegenstand jetzt in die Hand zu nehmen, griff sie so weit, als sie mit ausgestrecktem Arm reichen konnte, tastete dann, als sie ihn nicht fand, hin und her, und begann schliesslich zu weinen. — Es wurde nun der Versuch gemacht, sie die ihr wohlbekannte Wärterin im Zimmer aufsuchen zn lassen, während dieselbe unbeweglich an einer Stelle stand. Die Kleine öffnete einen Augenblick die Augenlider, rollte die Augen hin und her, schloss die Lider sofort wieder fest und ging dann mit vorgestreckter Hand, wie völlig blind, den Kopf etwas vorgebeugt, auf das leiseste Geräusch achtend, im Zimmer umher, ohne Anfangs die Wärterin zu finden. Endlich in ihre Nähe gekommen, blieb sie stehen, streckte tastend die Hand aus und berührte die Hand der Wärterin, worauf sie sofort deren Namen aussprach. Gefragt, woran sie dieselbe erkenne, antwortete sie: „wenn ich die Hand anfasse."

Am 27. Juli fand ich beim Wechseln des Verbandes das Auge stark injicirt, in Thränen gebadet und so lichtscheu, dass jede Untersuchung unmöglich gemacht wurde, bis ich Patientin chloroformirte. Als Ursache dieser Veränderung ergab sich eine ziemlich heftige Iritis mit Exsudation auf die vordere Irisfläche ausgehend von einem kleinen quellenden Rindenstück am unteren inneren Theile des Pupillarrandes. Ordo: Atropin, Cataplasmen, Calomel. Während der Monate August und September musste ich wegen eines Umbaues meiner Klinik die kleine Patientin in der Stadt unterbringen und konnte in dieser Zeit keine weiteren Experimente mit ihr anstellen, da ich selbst mich auf Reisen befand. Anfangs October nahm ich sie wieder

in meine Anstalt auf. Die Iritis war unterdessen vollständig zurückgegangen, keine Spur von Injection mehr vorhanden, trotzdem zeigte das Sehvermögen keine nennenswerthe Besserung und es bestand noch eine ganz auffallende Empfindlichkeit gegen Licht, sodass Patientin selbst im verdunkelten Zimmer nach der Schutzbrille verlangte. Von Fixation war auch noch keine Rede; die Augen machten fortwährend unregelmässige rollende Bewegungen, wenn auch vielleicht nicht in ganz so hohem Grade wie früher. Dem entsprechend fehlte auch noch immer jede Taxe für die Entfernung eines vorgehaltenen Objectes. Eine genaue Untersuchung des linken Auges konnte erst vorgenommen werden, als Patientin behufs Operation des rechten am 15. October tief chloroformirt wurde. Dabei zeigte sich, dass das ganze Pupillargebiet von einer erheblich dicken, allerseits mit dem Pupillarrande der Iris verwachsenen Cataracta secundaria eingenommen wurde, die ein feineres Sehvermögen unmöglich machen musste. Da Atropin schon früher wirkungslos geblieben und eine Discision bei der Dicke der Membran unsicher war, so wurde eine kleine Iridectomie nach unten ausgeführt, wobei die Festigkeit der Adhäsionen zwischen Kapsel und Iris recht zu Tage trat. Bei Trennung derselben ergoss sich etwas Blut in die vordere Kammer und es gelang nicht, durch Streichen mit dem Löffel über die Cornea dasselbe vollständig zu entfernen.

Auf dem rechten Auge wurde wegen der grossen Enge der Pupille und der etwas festeren Beschaffenheit der Linse gar kein Discisionsversuch gemacht, sondern gleich zur linearen Extraction nach oben geschritten. Die Operation verlief im Uebrigen normal, es blieb aber eine Anzahl kleiner, nicht ganz reifer Rindenstückchen zurück, die zum Theil hinter die Iris getreten waren. Um Iritis und Verwachsung des Pupillarrandes mit den-

selben zu vermeiden, wurde nach Ansammlung des Humor aqueus gleich noch eine kleine Iridectomie nach unten gemacht, sodass die Pupille jetzt die Form eines senkrecht stehenden Schlitzes bekam. Die Heilung verlief auf diesem Auge in ganz normaler Weise, indessen bildete sich eine dünne Cataracta secundaria aus; auf dem linken organisirte sich aus dem ergossenen Blut eine ziemlich dicke Schwarte, welche die neue, nach unten angelegte Pupille wieder verschloss.

Am 29. November wurde wieder ein Sehversuch angestellt. Patientin öffnete unter einer Schutzbrille nun die Augen schon besser als früher und schien ab und zu ein vorgehaltenes Object für einen Augenblick zu fixiren; die Unregelmässigkeit der Augenbewegungen war nicht mehr so hochgradig wie vorher; das Sehvermögen des rechten Auges hatte erheblich zugenommen, sodass sie eine Anzahl von grösseren ihr vorgehaltenen Objecten, die sie früher schon gesehen, ohne Besinnen richtig benannte. Zu Irrthümern über den Grad des vorhandenen Sehvermögens gab das unglaublich feine Gehör der Kleinen wiederholt Veranlassung, welche aus dem geringsten Geräusch, das man mit einem ihr genäherten Gegenstande verursachte, denselben sofort erkannte, ohne ihn zu sehen. — Die Fähigkeit, ein vorgehaltenes Object richtig zu lokalisiren, fehlte noch immer vollständig; fast stets griff Patientin daran vorbei, begann dann sofort zu weinen und schloss die Augen oder wandte den Kopf ab, wenn man sie aufforderte, den Versuch zu wiederholen.

Am 2. December konnte beiderseits zur Operation der Cataracta secundaria geschritten werden. Rechts wurde dieselbe mittelst Discision ausgeführt und es gelang, in die Membran eine Oeffnung etwa von der Grösse einer normalen Pupille zu schneiden, in welche sofort der Glaskörper eintrat. Bei der dicken Schwarte des

linken Auges wurde die Discision gar nicht weiter versucht, sondern nach Anlegung einer kleinen Cornealwunde mit der Lanze mittelst des scharfen Hakens ein Loch in dieselbe eingerissen. Es erfolgte auf beide Operationen fast gar keine Reaction, die Injection blieb ausserordentlich mässig und schon am dritten Tage konnte der Verband fortgelassen werden. Auffallend war in den nächsten Tagen noch eine grosse Empfindlichkeit gegen Licht, die es unmöglich machte, mit der Patientin Sehversuche anzustellen. Entfernte man selbst in einem ganz dunkelen Zimmer, das nur durch einen Wachsstock erleuchtet wurde, die Schutzbrille, so flohen die Augen sofort unter die oberen Lider und blieben hier unbeweglich stehen.

Am 9. December war endlich die Lichtscheu soweit geschwunden, dass das Kind die Brille ablegen und das Licht eines trüben Wintertages ohne Beschwerden ertragen konnte. Bei den jetzt angestellten Versuchen machte sich eine erfreuliche Veränderung sowohl hinsichtlich der Bewegungen der Augen, als auch in Bezug auf den Grad des Sehvermögens bemerkbar. Während bisher, sobald man der Patientin irgend ein Object vorhielt, die Augen beinahe unausgesetzt im inneren oder äusseren Winkel standen, fast völlig von den oberen Lidern bedeckt, oder in der Anfangs erwähnten Weise hin und her gerollt wurden, begannen sie jetzt das Bestreben nach einer richtigen Einstellung zu zeigen, wenn auch unregelmässige Bewegungen dazwischen noch häufig vorkamen. In Uebereinstimmung damit bezeichnete Patientin fast alle die Gegenstände, die sie früher nur beim Betasten erkannt hatte, richtig, wenn sie sie nur einmal genau betrachtet hatte (Ring, Schlüssel, Hut, Teller, Glas etc.). Sie unterschied genau einen leeren Teller von einem anderen, in den ich einige Fäden Charpie gelegt hatte und bemerkte, dass in einem Glase Wasser

war, allerdings erst dann sicher, als ich das Wasser etwas in Bewegung setzte. Gefragt, wie hoch das Wasser im Glase stehe, verwerthete sie nicht den Gesichtseindruck, den sie davon erhielt und gab die Höhe nicht etwa aussen am Glase an, sondern mit den Worten: „das werde ich Dir gleich zeigen", fuhr sie von oben längs der Innenfläche mit dem Finger herunter, bis sie das Wasser erreichte. Trotz dieser beträchtlichen Steigerung des Sehvermögens blieb die Fähigkeit der richtigen Lokalisirung selbst naher Objecte fast noch ebenso mangelhaft, wie früher.

Um zu entscheiden, bis zu welchem Grade Patientin im Stande war, jetzt mittelst des Gesichtes sich Vorstellungen von Körperformen zu machen, legte ich ihr den Würfel und die Kugel vor, die sie früher so oft in Händen gehabt, und fragte sie, was das wäre. Sie vermochte die Körper weder richtig zu benennen, noch irgendwie ihre Form zu beschreiben; es blieb mir sogar sehr zweifelhaft, ob sie dieselben überhaupt nur als verschieden von einander erkannte. Zu einem sicheren Urtheil darüber konnte ich indessen nicht gelangen, da sie bei mehrfacher Wiederholung dieses Versuches an verschiedenen Tagen die Frage, ob ihr die vorgelegten Gegenstände in ihrem Aussehen gleich erschienen, bald bejahte, bald verneinte. Es bestätigte sich also auch in unserem Falle die Richtigkeit der bekannten von Molyneux und Locke aufgestellten Hypothese.

Obgleich, wie ich schon früher erwähnte, Patientin die Namen der Farben nicht kannte, schien es mir doch wünschenswerth, zu ermitteln, in wie weit sie jetzt Unterschiede zwischen den einzelnen zu bemerken und zu beurtheilen vermochte. Zu dem Zwecke legte ich ihr einen Bogen schwarzen Papiers vor, auf dem sich Streifen Papier von 10 Cm. Länge und 3 Cm. Breite befanden in den Farben: Zinnoberroth, Scharlachroth, Orange, Hellgelb, Grün, Blau, Violett, Carminroth, Purpur, Weiss

und fragte sie, was sie sähe. Die Antwort lautete: „Papiere, helle und dunkele." Die weitere Frage, ob ihr die hellen alle gleich erschienen, verneinte sie. Nun forderte ich sie auf, immer den Streifen fortzunehmen, den sie für den hellsten hielte und mir denselben in die Hand zu legen. Nach kurzem Besinnen nahm sie zuerst den gelben, dann den grünen, weissen, orange, zinnoberrothen, scharlachrothen, endlich den carminrothen (diesen bezeichnete sie mit dem Ausdruck: „ein Bischen hell") und sagte dann: „jetzt sind nur noch dunkele da." Als ich den am wenigsten dunkelen von ihr ausgesucht wünschte, gab sie mir den blauen mit den Worten: „nun ist nur noch dieser eine da", wobei sie den violetten aufhob. Den purpurrothen Streifen schien sie auf schwarzem Grunde gar nicht zu sehen. — Gefragt, ob die hellen oder dunkelen Papiere ihr besser gefielen, antwortete sie ohne Besinnen: „die hellen", ebenso erklärte sie einen weissen Bogen Papier für hübscher als den schwarzen. — Diesen Versuch wiederholte ich an 3 verschiedenen Tagen und jedesmal mit demselben Resultat.

Ein Experiment, welches Franz mit seinem Patienten angestellt, versuchte ich auch in unserem Falle: Auf einen Bogen weissen Papiers zeichnete ich mit dicken Linien ein schwarzes Kreuz und hielt denselben in 1 Fuss Entfernung der Patientin war. Das Vorhandensein des Kreuzes schien nicht bemerkt zu werden, wenigstens gab sie auf die Frage, ob sie etwas auf dem weissen Bogen sähe, eine verneinende Antwort. Als ich am nächsten Tage den Versuch wiederholte, sagte sie: da ist Etwas darauf," wies aber, als ich sie aufforderte, mir mit dem Finger die Stelle zu zeigen, auf einen ganz weissen Theil des Bogens. Ob sie das Kreuz wirklich nicht gesehen oder es nur beim Aufsuchen mit dem Finger wieder falsch lokalisirt hatte, liess sich nicht sicher ermitteln. Jedenfalls wies sie bei mehrfacher

Wiederholung des Versuches immer wieder auf unrichtige Stellen.

Mit einigen Worten muss ich noch der vortheilhaften Veränderung in der Gemüthsstimmung der kleinen Patientin erwähnen, welche sich nach der letzten Operation in auffälliger Weise bemerkbar machte; während sie von der ersten Operation an bei allen Sehversuchen missgestimmt gewesen war, erschien sie jetzt stets heiter und freute sich über jede richtige Antwort, die sie gab, ohne bei Irrthümern, wie vorher, zu weinen. Mit zunehmender Besserung des Sehvermögens schien die Freude an dem neu gewonnenen Sinne sich bei ihr einzustellen.

Die ophthalmoscopische Untersuchung, welche nur in tiefer Narsose ausführbar war und selbst so noch ganz ungewöhnliche Schwierigkeiten bot, ergab anscheinend normale Papillen mit etwas engen Arterien; im Glaskörper beiderseits eine Anzahl flockiger Trübungen.

Am 19. December wurde Patientin auf Wunsch ihrer Angehörigen nach Hause entlassen. 3½ Monate später erhielt ich durch ihren Vater die erste Nachricht über ihr Ergehen, der mir auf eine Anzahl an ihn gerichteter Fragen folgende Mittheilungen machte:

„1. Die zitternden und rollenden Bewegungen der Augen haben noch nicht ganz aufgehört, erfolgen aber immer mit beiden Augen nach derselben Seite; einen Gegenstand fest zu fixiren, ist die Kleine noch nicht im Stande.

2. Sie geht selbst in ganz unbekannten Räumen ohne Hilfe der Hände sicher umher.

3. Einen Gegenstand, den man ihr nahe vorhält, trifft sie meistens mit der Hand, jedoch nicht ganz sicher.

4. Gegen sehr helles Licht ist sie noch immer empfindlich.

5. Die Gesichter der einzelnen Personen kann sie noch nicht unterscheiden, dagegen sieht sie durch das Fenster Personen, welche auf der Strasse gehen.

6. Die verschiedenen Farben kennt und unterscheidet sie sicher."

Nach Mittheilung der Krankengeschichte und der einzelnen an dem Kinde angestellten Beobachtungen und Experimente halte ich es für geboten, die Resultate derselben zusammenzufassen, soweit diese mit einiger Sicherheit sich feststellen lassen und sie mit denen zu vergleichen, über welche andere Autoren berichten. Bei weitem das grösste Interesse scheint mir in unserem Falle das Verhalten der Augenbewegungen vor und nach der Operation in Anspruch zu nehmen, da es vielleicht geeignet sein dürfte, in dem Streite der Nativisten und Empiristen den letzteren als wichtige Stütze ihrer Ansicht zu dienen. — Bekanntlich nehmen Jene, als deren wesentlichsten Vertreter wir E. Hering nennen können, an, dass für beide Augen ein anatomisch präformirtes Bewegungscentrum existire, die associirten Augenbewegungen mithin nicht durch Uebung und Erfahrung erworben, sondern angeboren seien, während ihre Gegner, an deren Spitze Helmholtz steht, behaupten, dass die Gesetze, nach denen dieselben erfolgen, „nicht auf mechanisch wirkende anatomische Einrichtungen begründet sein können, da nachweisbar zu Gunsten von optischen Zwecken von allen diesen Gesetzen der Augenbewegungen Ausnahmen unter dem Einflusse willkürlicher Anstrengungen eintreten können."

---

*) Helmholtz, Physiol. Optik, p. 799.

Eine vermittelnde Stellung zwischen den beiden streitenden Parteien nimmt Donders ein, der im Anschluss an die Darwin'sche Theorie einen besonderen Werth auf die Erblichkeit legt, „welche im Geschlechte fixirt, was durch Gewohnheit und Uebung in dem Individuum gewirkt ist"*), ohne jedoch den wesentlichen Einfluss der individuellen Uebung und Erfahrung auf die Augenbewegungen in Abrede zu stellen.

Um womöglich auf experimentellem Wege darüber zur Klarheit zu gelangen, ob ein für beide Augen gemeinschaftliches Innervationscentrum existire und wo dasselbe zu suchen sei, stellte E. Adamük Versuche an Hunden an, deren Resultate er dahin zusammenfasst, „dass beide Augen eine gemeinschaftliche motorische Innervation haben, welche von den vorderen Hügeln der Corpora quadrigemina ausgeht. Der rechte von diesen Hügeln regiert die Bewegungen beider Augen nach links und der linke die beider Augen nach rechts. Durch die Reizung der verschiedenen Punkte jedes Hügels kann man mannigfaltige Bewegungen hervorrufen, aber immer mit beiden Augen zu gleicher Zeit und in derselben Richtung"**). Hieraus schliesst Adamük, „dass beide Augen in Betreff der Bewegungen ein untheilbares Ganzes darstellen."

Die mangelnde Berechtigung, einen so weit gehenden Schluss aus diesen Experimenten zu ziehen, haben bereits Donders***) und Samelsohn†) nachgewiesen, ich brauche daher auf diesen Punkt nicht mehr näher einzugehen. Würden indessen selbst die Versuche Adamük's Ansicht rechtfertigen, so dürften deren Ergebnisse meiner Meinung nach keineswegs ohne Weiteres vom Hunde

---

*) v. Graefe's Archiv, Bd. XVIII, Abth. II, p. 160.

**) Centralblatt f. d. med. Wissensch., 1870, No. 5, pag. 65.

***) l. c., pag. 163.

†) v. Graefe's Archiv, Bd. XVIII, Abth. II, p. 142 u. f.

auf den Menschen übertragen werden, dessen Gehirn sowohl der anatomischen wie der physiologischen Untersuchung so ausserordentliche Schwierigkeiten bietet, dass unsere Kenntniss von der Funktion der einzelnen Theile nur eine höchst mangelhafte ist. Eine derartige Uebertragung scheint mir um so weniger zulässig, als selbst nicht einmal bei allen Thieren die Bewegung der Augen in gleichmässiger Weise vor sich geht; so besitzt z. B. das Chamäleon, wie schon Samelsohn*) erwähnt, die Fähigkeit, jedes Auge unabhängig vom anderen zu bewegen. Wirklich gefördert kann die Streitfrage nur werden durch Beobachtungen am Menschen und in dieser Hinsicht halte ich unseren Fall für besonders wichtig, da er lehrt, dass, so lange binoculare Fixation oder associirte Bewegungen keinen besonderen Vortheil für das Sehen gewähren, neben diesen auch solche vorkommen können, die jedes Auge allein, unabhängig vom anderen ausführt. Dass wir es in der That mit derartigen Bewegungen zu thun hatten und nicht etwa mit Stellungsanomalien, die durch pathologische Contractionszustände der Muskeln bedingt waren, ergiebt sich unmittelbar aus der grossen Mannigfaltigkeit der ungewöhnlichen Stellungen. Bald divergirten beide Augen nach oben, bald nach unten; bald stellte sich ein Auge soweit nach innen, dass es fast hinter der Carunkel verschwand, während das andere zitternd und schwankend in der Mittellinie stehen blieb oder gleichfalls stark convergirte, und dazwischen erschienen dann wieder eine Zeit lang associirte Bewegungen, die anscheinend ebenso zwecklos, wie die anderen ausgeführt wurden. Höchst interessant war es nun zu beobachten, wie nach Beseitigung der getrübten Linsen und mit allmälig zunehmendem Sehvermögen die eben geschilderten ungewöhnlichen Augen-

*) l. c. p. 151.

stellungen immer seltener eintraten und statt ihrer sich das Bestreben, ein Object zu fixiren, immer mehr bemerkbar machte, bis sie schliesslich ganz verschwanden und nur ein auf beiden Seiten correspondirend erfolgendes Schwanken und Zittern der Augen übrig blieb, wie man es oft bei angeborenen oder früh erworbenen Trübungen der brechenden Medien zu sehen Gelegenheit hat. — Es bestätigt unsere Beobachtung somit wohl zweifellos die Annahme von Helmholtz*), „dass die Verbindung, welche zwischen den Bewegungen beider Augen besteht, nicht durch einen anatomischen Mechanismus erzwungen, sondern vielmehr durch den blossen Einfluss unseres Willens veränderlich ist, und dass wir nur in der Bildung unserer Willensintentionen beschränkt sind, insofern diese nur auf den Zweck, einfach und deutlich zu sehen, gerichtet sein können." Auffallend ist es mir gewesen, in fast allen Berichten über operirte Blindgeborene, Angaben über die Art der Augenbewegungen zu vermissen; nur in dem von Home lesen wir, dass Patient „nie seine Augen auf ihm vorgehaltene Objecte richtete, sondern sie in einer ungewöhnlichen Art hin und her rollte." Worin aber das „Ungewöhnliche" bestanden, erfahren wir nicht weiter, können also auch nicht entscheiden, ob Home etwa eine der unserigen ähnliche Beobachtung gemacht hat. — Die eigenthümlich schwankenden oder pendelnden Bewegungen des Auges nach der Operation hat auch Wardrop an seiner Kranken beobachtet; er vergleicht sie mit denen eines Menschen, der mit verbundenen Augen oder im Dunkeln mit seinen Händen umhergreift, um zu fassen, was er wünscht. Da das andere Auge der Patientin schon in frühester Jugend total zu Grunde gegangen war, so lässt sich aus Wardrop's Mittheilungen kein Schluss auf

*) Physiol. Optik, p. 475.

das Vorhandensein oder Fehlen associirter Bewegungen ziehen.

Völlige Uebereinstimmung finden wir bei allen Autoren in ihren Angaben über die fehlende Taxe der Entfernung bei ihren Operirten. Cheselden's Patient „war soweit entfernt davon, sich irgend eine Vorstellung von Entfernungen zu machen, dass er glaubte, alle Objecte berührten ebenso seine Augen, wie das, was er fühlte, seine Haut." Von den beiden Operirten Home's antwortete der Eine auf die Frage, was er unmittelbar nach der Operation gesehen: „Ihren Kopf, der mein Auge zu berühren schien"; der Andere „konnte nicht angeben, in welcher Entfernung sich die Objecte befanden." Wardrop's Patientin schien noch 18 Tage nach der Operation trotz zahlreicher vorangegangener Sehversuche „die grösste Schwierigkeit zu haben in der Schätzung der Entfernung der Dinge; denn während ein Gegenstand dicht vor ihr Auge gehalten wurde, suchte sie wohl darnach mit ausgestreckter Hand weit jenseits seiner wirklichen Lage, während sie bei anderen Gelegenheiten nahe an ihrem Gesicht herumgriff nach einem Dinge, was weit entfernt war." Als Franz' Patient das Sehvermögen erlangt hatte, „erschienen ihm alle Gegenstände so nahe, dass er manchmal besorgt war, mit ihnen in Berührung zu kommen." Die von Trinchinetti operirten Kinder streckten, als er ihnen in 1 Meter Entfernung eine Orange vorhielt, „lebhaft die Hand aus, um die Frucht zu ergreifen, welche sie erkannten (?); aber sie wurden ganz bestürzt, als sie nur in die Luft griffen." Wie langsam endlich bei unserer Patientin, die doch schon vor der Operation richtig angab, ob ihr Objecte ganz dicht oder etwas weiter ab vorgehalten wurden, richtige Vorstellungen von Entfernungen sich bildeten, geht wohl am besten daraus hervor, dass sie selbst jetzt, mehr als 4 Monate nach der letzten Operation noch nicht im

Stande ist, dieselbe genau zu taxiren. — Wenn entgegen diesen übereinstimmenden Beobachtungen Ware die Behauptung aufstellt, dass Kinder, die mit Cataract geboren wurden, sofort nach erlangtem Sehvermögen sich ein Urtheil über Entfernung zu bilden im Stande sind, so hat dieselbe nicht den geringsten Werth, weil Ware's Patient erst im sechsten Lebensmonat blind geworden war, mithin eine verhältnissmässig lange Zeit sein Urtheil hatte üben können.

Es scheint mir daher nach dem Vorausgegangenen wahrscheinlich, dass sowohl die Wahrnehmung einer Tiefe überhaupt, als die der Unterschiede in der Tiefe auf Erfahrung beruht und keinem der Patienten von vornherein innewohnte, eine Ansicht, die bereits lange, bevor die erste Operation an einem Blindgeborenen ausgeführt wurde, von Berkeley*) aufgestellt worden ist. Lediglich auf philosophischem Wege kommt derselbe zu dem Schluss „dass ein mittelst einer gelungenen Operation des Gesichts theilhaftig gewordener Blinder anfänglich durch den neu erschlossenen Sinn keine Idee von Entfernung erhalten würde, dass Sonne und Sterne, überhaupt alle fernsten Objecte ihm ebensowohl wie die nächsten, in seinem Auge oder vielmehr in seinem Geiste zu sein scheinen würden"**). — Auf einem anderen Standpunkte steht Stumpf***), der aus einigen der oben erwähnten Beobachtungen den Schluss zieht, dass operirte Blindgeborene sofort irgend eine Tiefe wahrnehmen. Er begründet seine Ansicht durch folgende Sätze: „Sowohl C. als N. (Namen der Patienten) bildeten sich ein, alle Sachen, die sie sahen, berührten ihr Auge, wie das, was sie fühlten, ihre Haut. Berührung des

---

*) Berkeley: Essay towards a new Theory of Vision. 1709.

**) Berkeley's Abhandl. über d. Prinzipien d. menschlichen Erkenntniss, übers. v. F. Ueberweg, 1869, p. 128.

***) l. c., p. 291.

Auges bedeutet, ebenso wie Berührung der Haut, nicht Mangel jeder Tiefe, sondern eine bestimmte Tiefe". Ich kann nicht läugnen, dass ich diese Interpretation etwas gezwungen finde und daher nicht geneigt bin, mich derselben anzuschliessen.

Die Fähigkeit, Gegenstände, welche die Patienten mittelst ihres Tastsinnes leicht erkannten und stets richtig benannten, nach Erlangung des Gesichtes durch den neuen Sinn wieder zu erkennen, finden wir fast bei Allen in sehr geringem Grade ausgebildet. So berichtet Cheselden von seinem Patienten: „Er kannte die Gestalt keines Dinges, unterschied auch keines vom anderen." Die Operirten Home's „hatten keine Vorstellung von der Form ihnen vorgehaltener Objecte," denn der Eine bezeichnetew ohl ein rundes Stück einer vor ihm aufgestellten gelben Karte als „rund," erklärte aber ein dreieckiges und ein viereckiges Stück einer blauen Karte ebenfalls für rund. Ebenso wenig erkannte er eine ihm vorgelegte Scheere, die er Messer nannte. Wardrop's Kranke, eine intelligente Dame, hatte selbst 18 Tage nach der Operation „durch die Uebung ihres Gesichts nur sehr wenig Kenntniss irgend welcher Formen gewonnen, und war unfähig, die Wahrnehmungen des neu gewonnenen Sinnes anzuwenden und zu vergleichen mit dem, was sie durch den Tastsinn zu erkennen gewöhnt war." Der von Franz operirte junge Mann sah 3 Tage nach der Operation „ein ausgedehntes Feld von Licht, in welchem Alles toll, verdreht und in Bewegung schien. Er konnte Gegenstände nicht unterscheiden." Erst nach weiteren vier Tagen war er fähig, „einen Unterschied, aber nur einen Unterschied in den umgebenden Objecten zu sehen," und mehrere Wochen gingen darüber hin, bis er die Flächenprojektionen einer Kugel und eines Würfels unterschied, ohne indessen deren Körperformen selbst zu erkennen. Höchst eigenthümlich ist

die Art und Weise, in der sich bei dem Patienten seinen eigenen Angaben nach die Vorstellung von der Form der ihm vorgelegten Körper bildete. Er sagte, „dass er unmittelbar beim Oeffnen des Auges einen Unterschied zwischen Würfel und Kugel bemerkt hätte, auch dass es keine Zeichnungen wären; er wäre aber nicht im Stande gewesen, sie sich als Quadrat und Scheibe vorzustellen, bis er in seinen Fingerspitzen eine Empfindung bekommen, als ob er wirklich die Objecte berührte." — Wie wenig unsere Patientin ihren neu erlangten Sinn Anfangs zu verwerthen im Stande war, habe ich oben bereits ausführlich mitgetheilt und will daher nur nochmals hervorheben, dass sie sich weder von einer Kugel noch von einem Würfel irgend welche Vorstellung machen konnte, ja sogar beide wahrscheinlich gar nicht einmal als verschieden in ihrer Form erkannte. — Trinchinetti's Angaben über die Fähigkeit seiner beiden Patienten, Objecte mittelst des Gesichts zu erkennen, lauten sehr widersprechend. Während er zuerst sagt, dass die Kinder eine in 1 Meter Entfernung vorgehaltene Orange sofort erkannt und darnach gegriffen hätten, erklärt er später ausdrücklich: „die Kinder konnten mit dem Gesicht Dinge nicht erkennen, deren Gebrauch ihnen völlig geläufig war, wie Löffel, Messer etc." Es scheint mir demnach aus dem Greifen nach der Frucht noch keineswegs zu folgen, dass die Patienten dieselbe auch als Orange erkannten. — Die abweichendsten Resultate erhielt wieder Ware bei den Versuchen mit seinem Patienten. Dieser erkannte bei dem ersten Sehversuche einen Brief als „viereckiges Papier," wies mit grosser Präcision auf die einzelnen Ecken, gab die Richtung des längsten Durchmessers an, bezeichnete einen weissen steinernen Krug zuerst als Schale, dann aber sofort sich verbessernd als Krug, „weil er einen Henkel habe" und legte noch verschiedene andere Proben seiner Fähigkeit ab, sofort die

Eindrücke seines Gesichtssinnes richtig zu verwerthen. — Der Fall würde also in direktem Widerspruch mit allen übrigen stehen, wenn er überhaupt zu den genau beobachteten gehörte und ausserdem nicht einen Patienten beträfe, der erst im sechsten Lebensmonat erblindet war. Eine Untersuchung des Sehvermögens vor der Operation scheint Ware gar nicht angestellt zu haben, denn nach Mittheilung der oben erwähnten Experimente fährt er in seinem Bericht so fort: „Dabei soll er (Patient) vorher nach seiner und der Mutter Aussagen keinen Gegenstand mit dem Gesicht haben unterscheiden können." Es wird demnach wohl gerechtfertigt erscheinen, wenn wir diesen Fall von unseren Betrachtungen ausschliessen und aus den übrigen den Schluss ziehen, dass operirte Blindgeborene Anfangs nicht im Stande sind, die Vorstellungen, welche sich bei ihnen durch den Tastsinn über die Form verschiedener Objecte gebildet haben, auf die optischen Bilder derselben zu übertragen, sondern erst durch Uebung und Erfahrung die verschiedenen Qualitäten der Empfindung mit einander zu verbinden lernen.

Hinsichtlich des Erkennens von Farben vor der Operation finden wir in den Krankheitsberichten von einander abweichende Angaben, die sich indessen wohl aus der verschiedenen Dicke, Färbung und Transparenz der Cataracten erklären lassen. In unserem Falle unterschied Patientin nur lichtstarke von lichtschwachen Farben und bezeichnete jene als hell, diese als dunkel, ohne, wie es schien, irgend eine spezielle Farbenempfindung zu haben. Nach Beseitigung der Cataracten stellte sich dieselbe indessen sofort bei ihr ein, denn gleich beim ersten Versuch erkannte sie wenig von einander differirende Farben als verschieden, wenn ihr auch die gebräuchlichen Namen dafür fehlten. Von den übrigen Kranken unterschieden vor der Operation die von Trinchinetti die Farben Gelb, Blau und Roth; Einer von

Home „alle Farben mit erträglicher Genauigkeit, besonders die glänzenderen und lebhafteren;" Cheselden's Patient: Schwarz, Weiss und Scharlachroth;; Wardrop's Patientin hatte gar keine Farbenempfindung bei Franz finden sich darüber keine Angaben, indessen muss wohl sein Patient von vornherein dieselbe wenigstens in geringem Grade besessen haben, da er nach der Operation sofort im Stande war, jede Farbe sogar richtig zu benennen, — Fast bei allen Kranken machte sich, sobald sie die Farben zu unterscheiden vermochten, eine besondere Vorliebe für die eine oder andere bemerkbar, während ihnen dagegen manche entschieden unangenehm waren. Es herrscht hier aber, wie wir gleich sehen werden, keineswegs eine Uebereinstimmung im Geschmack, auch scheinen die Sympathien und Antipathien nicht etwa in einer besonderen Sensibilität der Retina ihren Grund zu haben, was daraus hervorgeht, dass einzelne Kranke trotz ausgesprochener Empfindlichkeit gegen Licht die hellen, lebhaften Farben bevorzugten. So liebte Cheselden's Patient besonders Scharlachroth, während Schwarz ihm unangenehm war der von Franz fand am Angenehmsten Grau; der Eindruck von Roth, Orange und Gelb war schmerzhaft, aber nicht unangenehm; der von Violett und Braun nicht schmerzhaft, aber „garstig." Wardrop's Kranke bevorzugte dagegen von allen Farben gerade Gelb und Rosaroth, und ähnlich war auch der Geschmack unserer kleinen Patientin, die alle hellen Farben hübsch, die dunkelen hässlich fand.

Nur in unserem Falle beobachtet und mir nicht recht erklärlich ist die Erscheinung, dass sowohl vor der Operation bei Versuchen mit der Lampe, als auch nachher beim Hin- und Herführen anderer Objecte vor den Augen, die seitlichen Bewegungen derselben schnell und sicher erkannt wurden, während die Beurtheilung der

verticalen der Patientin offenbar grosse Schwierigkeiten machte. Trotzdem wusste sie aber genau, was oben und unten war, wovon ich mich wiederholt überzeugt habe. Vielleicht wäre der Grund dieses eigenthümlichen Verhaltens in der anatomischen Anordnung der percipirenden Retinaelemente zu suchen, die in den horizontalen Theilen der Netzhaut ja in erheblich grösserer Anzahl vorhanden sind, als in den verticalen.

Als auffallend hervorgehoben zu werden verdient ferner meiner Ansicht nach das mangelhaft ausgebildete Urtheil über die Grösse gleichzeitig vorgelegter Gegenstände, das sich besonders vor der Operation bemerkbar machte und in merkwürdigem Gegensatz zu der Genauigkeit stand, mit welcher selbst geringe Gewichtsdifferenzen richtig angegeben wurden. Trotz wiederholter Unterweisung meinerseits machte Patientin, so lange sie sich nur durch das Gefühl über die Grösse der Objecte orientiren konnte, oft falsche Angaben, und erst verhältnissmässig spät, nach längerer Uebung des neu erlangten Sinnes hörten die Irrthümer auf. Es differirt dadurch unser Fall von dem Wardrop's, dessen Patientin grosse von kleinen Gegenständen unterschied, wenn beide ihr neben einander zum Vergleich vorgehalten wurden. Erklären lässt sich diese Differenz wohl einmal aus dem sehr jugendlichen Alter unserer Operirten, dann aber auch aus dem eigenthümlichen Verhalten ihrer Augenbewegungen; jede von diesen abhängige Schlussfolgerung musste dem Kinde ganz besondere Schwierigkeiten bieten. — Ob ihm die Gegenstände alle grösser erschienen, als es sie dem Gefühl nach kannte, wie es Cheselden und Franz von ihren Kranken berichten, liess sich nicht ermitteln, ebensowenig ob Anfangs beim Sehen mit beiden Augen Diplopie auftrat. Wenn Cheselden und Trinchinetti es besonders hervorheben, dass Diplopie in ihren Fällen nicht vorhanden gewesen, so glaube ich,

man wird diese Behauptung dahin präcisiren müssen, dass dieselbe sich nicht hat nachweisen lassen. Vergegenwärtigen wir es uns, wie mangelhaft an sich die ersten Gesichtseindrücke sind, welche die Operirten empfangen, berücksichtigen wir ferner, wie lange Zeit darüber hingeht, bis die Patienten im Stande sind, mit den auf ihrer Netzhaut entstehenden Bildern von Objecten der Aussenwelt bestimmte Begriffe zu verbinden, so werden wir nicht erwarten dürfen, dass sie sich ihrer Diplopie bewusst werden, wenn wir selbst aus der Stellung der Augen mit Sicherheit das Vorhandensein derselben annehmen könnten.

Uebereinstimmend finden wir in allen genaueren Berichten über operirte Blindgeborene die Angabe, dass dieselben trotz des vortrefflichsten Gedächtnisses sehr grosse Schwierigkeiten fanden, Objecte, die sie schon wiederholt betrachtet, allein mittelst des Gesichtes wieder zu erkennen. Aehnlich verhielt es sich auch bei unserer kleinen Patientin in den ersten Wochen nach der Operation, später lernte sie es indessen verhältnissmässig schnell, mit den optischen Bildern bestimmte Vorstellungen zu verbinden und demzufolge Objecte lediglich mittelst des neu erlangten Sinnes wiederzuerkennen. — Soviel Vergnügen ihr es aber auch bereitete, sich desselben zu bedienen, so nahm sie doch immer noch lange Zeit hindurch gern auch den Tastsinn zu ihrer Orientirung zur Hülfe, dem sie vorläufig doch noch mehr zu vertrauen schien, als ihrem Gesicht.

Absichtlich habe ich mich darauf beschränkt, in unserem Falle das Thatsächliche hervorzuheben und dasselbe mit den Resultaten anderer Beobachtungen zu vergleichen. Die ausführlichere Erörterung philosophischer Streitfragen glaubte ich vermeiden zu sollen, weil nach meiner

Ansicht Beobachtungen an Kranken mit angeborenem Staar überhaupt nicht geeignet sind, dieselben zum Austrag zu bringen; derartige Patienten sind eben nicht „Blinde" in des Wortes eigentlicher Bedeutung. Kann meine Arbeit daher auch nicht beanspruchen, nach dieser Richtung hin wesentlich Neues zu bringen, so ist sie doch vielleicht in physiologischer Beziehung nicht ohne Interesse.

Zur Bestimmung des Drehpunktes im Auge.

Von

Dr. Leopold Weiss.

Die Verschiebung des Reflexbildes der Cornea bei Bewegungen des Auges wurde von Junge*) und später von Donders**) zur Bestimmung der Lage des Drehpunktes benutzt. Junge bestimmte zu diesem Zweck die Verschiebung, indem er dieselbe Flamme sowohl bei parallelen Gesichtslinien als auch bei einer gewissen Convergenz dieser auf beiden Hornhäuten spiegeln liess und den gegenseitigen Abstand der Spiegelbilder in den beiden genannten Stellungen der Augen mass. Um zu dieser Messung das Ophthalmometer benutzen zu können, mussten die Bilder durch Reflexion nahe zu einander gebracht werden, wozu er sich eines Sextanten bediente***). Donders mass die Verschiebung des Cornealbildes eines Auges, die bei der Drehung des Auges um einen bestimmten Winkel erfolgt.

*) Helmholtz, phys. Optik, p. 458.

**) Donders, die Anomal. der Refract. u. Accommod. S. 156. u. Donders u. Doijer, Archiv f. d. holl. Beiträge, Bd. III, S. 561.

***) Donders u. Doijer l. c.

Ueber das diesen Bestimmungen zu Grunde liegende Princip sagt Donders an erwähnter Stelle:

„Wenn das Bewegungscentrum des Auges mit dem Krümmungsmittelpunkt einer sphärischen Hornhaut zusammenfallen würde, so müsste ein in der Achse dieser Hornhaut reflectirtes Bild bei einer Bewegung des Auges seinen Ort in keiner Weise ändern. Wenn im Gegentheil, wie zu erwarten war, das Bewegungscentrum hinter dem Krümmungsmittelpunkt liegen sollte, dann müsste bei einer Wendung des Auges das reflectirte Bild in derselben Richtung seinen Ort verändern und diese Ortsveränderung ist, wie eine einfache Construction zeigt, gleich dem Sinus des Bewegungswinkels, beschrieben aus dem Bewegungscentrum mit einem Radius, gleich der Entfernung zwischen Bewegungscentrum und Krümmungsmittelpunkt."

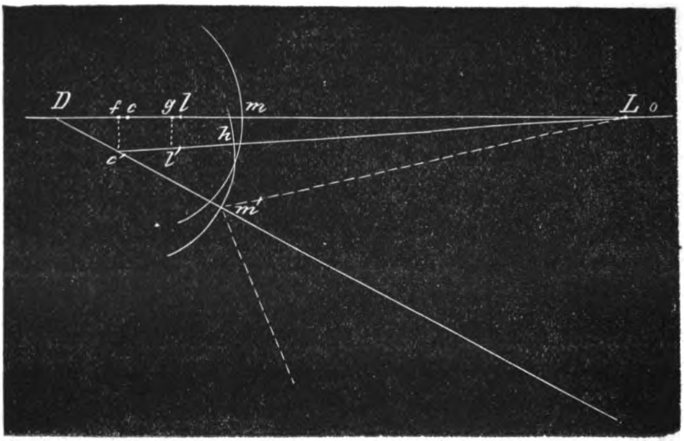
Betrachten wir die hier in Rede stehenden Verhältnisse etwas näher. Die Hornhaut sei als sphärische Fläche angenommen mit einem Krümmungsradius von 8 Mm., der Drehpunkt liege 13,0 Mm. hinter dem Hornhautscheitel. In grossem Abstande vor dem Auge befinde sich in der verlängerten Hornhautaxe ein Licht, so werden die von diesem ausgehenden Strahlen an der spiegelnden Fläche der Cornea eine solche Reflexion erleiden, als kämen sie von einem Punkt, der um den halben Krümmungsradius hinter dem Hornhautscheitel liegt.

Wird jetzt eine seitliche Wendung des Auges ausgeführt, so wird hierbei der Krümmungsmittelpunkt, als vor dem Drehpunkt gelegen, auf einem Kreisbogen sich bewegen, der mit dem Abstand vom Krümmungsmittelpunkt und Drehpunkt als Radius beschrieben ist, und nach ausgeführter Bewegung sich in c' befinden, wenn er bei der Primärstellung sich in c befand.

Umstehende Figur stellt die erwähnten Verhältnisse

im Horizontalschnitt dar. D ist der Drehpunkt, c der Krümmungsmittelpunkt, m der Scheitel der Cornea. Nach ausgeführter Drehung liegt c in c', m in m', das Spiegelbild l in l'. L ist das weit vor dem Auge befindliche Licht, dicht dahinter in o das Auge des Beobachters. Die Lage des Spiegelbildes bei der nunmehrigen Stellung der Hornhaut ergiebt sich leicht. Ein Strahl, der von L ausgeht und gegen den jetzt in c' befindlichen Krümmungsmittelpunkt zielt, wird nach L zurückgeworfen und zwar derart, als ob er von einem Punkt

Fig. 1.



l' käme, der um den halben Krümmungsradius hinter der spiegelnden Fläche liegt.

Das Spiegelbild, das bei der ersten Stellung des Auges (vor der Bewegung) in l lag, hat sich also nach l' bewegt. Für das in o befindliche Auge des Beobachters erscheint die Grösse der Verschiebung gleich g l'. g l' kann aber gleich f c' gesetzt werden, wenn das leuch-

tende Object sehr weit vor dem Auge steht*). — $\frac{f\,c'}{Dc'}$ ist aber = dem Sinus des Drehungswinkels.

Angenommen, das Auge sei um einen Winkel von 20° gedreht worden, so beträgt nach dem Vorausgehenden bei obigen Zahlen die Verschiebung des Reflexbildes 1,7101 Mm., da

$$\frac{f\,c'}{5{,}0} = \sin 20^{0} \text{ ist.}$$

Spätere Betrachtungen, die daran anknüpfen, dass die Cornea keine sphärische Fläche ist, sondern ein Stück eines Ellipsoids darstellt — werden darthun, welche Bedeutung es für die Grösse der Verschiebung des Reflexbildes hat, welcher Punkt der Spiegeloberfläche Licht in das Auge eines Beobachters zurückwirft, welches sich nahe hinter dem leuchtenden Object befindet.

Es dürfte daher zweckmässig sein, sich hier klar zu machen, welcher Punkt der einen Convexspiegel darstellenden und als sphärisch angenommenen Hornhaut wirft im gegebenen Fall Licht, welches von L ausgeht, nach L, resp. in das dicht bei L befindliche Auge des Beobachters, nachdem das Auge eine Bewegung um 20° ausgeführt hat? und wie weit liegt dieser spiegelnde Punkt vom Scheitel entfernt?

Offenbar kann dies nur der Punkt h sein, dessen Lage dadurch bestimmt ist, dass er auf der Verbindungslinie liegt von dem leuchtenden Object und dem nunmehr (nach ausgeführter Drehung) in c' liegenden Krümmungsmittelpunkt. Alle anderen Punkte werfen kein Licht, das von L ausgehend sie trifft, nach L zurück, wie dies eine einfache Construction zeigt, wenn man von L

*) Nebenbei sei bemerkt, dass, wenn das leuchtende Object sich nur 500 Mm. vor dem Auge befindet, g l' um eine mit dem Ophthalmometer messbare Grösse kleiner ist als f c'.

Strahlen an beliebige Punkte der Oberfläche z. B. an m′ legt und den Einfalls- resp. Reflexionswinkel construirt.

Bei der Anfangsstellung spiegelte ein Punkt m, bei der Stellung nach ausgeführter Drehung um einen bestimmten Winkel, der Punkt h. Wie weit liegt h von dem nunmehr in m′ liegenden Scheitelpunkt? Die Entfernung von m′ lässt sich am besten als Winkelgrösse ausdrücken, wobei der Scheitel des Winkels im Krümmungsmittelpunkt c′ liegt. Wie gross ist nun h c′ m′?

Der Voraussetzung nach befindet sich das leuchtende Object weit vor dem Auge. Unter dieser Voraussetzung ist es erlaubt, den Winkel h c′ m′ gleich dem Winkel c D c′ zu setzen, also gleich dem Winkel, um den das Auge gedreht worden ist, denn unter genannter Voraussetzung bilden die Strahlen D L und c′ h L einen verschwindend kleinen Winkel; c′ h L kann daher als parallel zu D L angenommen werden.

Nach einer Drehung um 20° war, wie oben auseinandergesetzt wurde, das Reflexbild um 1,71 Mm. verschoben worden.

Kennt man daher den Drehungswinkel und die Grösse der Verschiebung des Reflexbildes, so kann man hieraus, nach dem oben Gesagten, den Abstand des Krümmungsmittelpunktes vom Drehpunkte finden.

Die Grösse des Drehungswinkels ergiebt sich aus der Verschiebung eines Fixationszeichens, welches entweder auf einem Gradbogen bewegt werden kann, welcher aus dem Drehpunkt des Auges mit einem beliebigen Radius gezogen ist und so direct den Drehungswinkel anzeigt, — oder bei bekannter Entfernung vom Auge in einer geraden Linie verschieblich ist, welche senkrecht zur Verbindungslinie mit dem Auge gezogen ist. Die Grösse der seitlichen Verschiebung zur genannten

Verbindungslinie giebt die Tangente des Drehungswinkels.

Die Grösse der Verschiebung des Reflexes lässt sich mit dem Ophthalmometer leicht messen. Man geht von der Stellung des Auges aus, bei welcher das Cornealreflexbild von einem Licht, welches nahe über dem Fernrohr des Ophthalmometers angebracht ist, gerade in die Mitte der Hornhaut fällt. Diese Stellung lässt sich auffinden nach der von Helmholtz*) herrührenden Betrachtung, dass — wenn man durch Drehung der Platten des Ophthalmometers die Hornhaut mit Reflexbild verdoppelt und die Doppelbilder um die halbe Breite der Basis corneae verschiebt — nur dann die verdoppelten Reflexbilder mit entgegengesetzten Hornhauträndern zusammenfallen, wenn das Reflexbild in der Mitte der Hornhaut liegt. — Sieht das untersuchte Auge in das Fernrohr des Ophthalmometers, so wird im Allgemeinen die genannte Bedingung nicht erfüllt. Entsprechend dem Umstand, dass für gewöhnlich die Gesichtslinie die Hornhaut in einem Punkt schneidet, welcher nasenwärts von Hornhautmitte resp. Hornhautscheitel**) liegt, wird das Auge einen Punkt fixiren müssen, welcher mehr oder weniger weit seitlich von der Mitte des Fernrohrs liegt.

Aus der Grösse, um wie viel das Fixationszeichen seitlich verschoben werden musste, lässt sich annähernd der Winkel bestimmen, welchen Hornhautaxe und Gesichtslinie bilden***).

---

*) Arch. f. Ophth. Bd. I, Ab. 2, S. 22.

**) Helmholtz hat schon gezeigt, (Arch. f. Ophth. I, 2. S. 23) dass der Scheitel der Cornea mit der Mitte derselben als zusammenfallend angesehen werden kann. Man kann daher statt durch die Mitte der Cornea auch sagen: durch den Hornhautscheitel.

***) Helmholtz l. c. S. 23. — Ueber den hierbei entstehenden Fehler: Mauthner, die optischen Fehler des Auges, S. 66 u. 67.

Befindet sich das Auge in der gewünschten Stellung, so handelt es sich jetzt darum, den Ort des Reflexbildes bei dieser Stellung des Auges (sie sei die Primärstellung genannt) zu markiren. Dies geschieht nach Donders Vorgang sehr einfach dadurch, dass — nachdem der Kopf fixirt ist, — ein vertikal gespannter Faden oder ein Haar gerade vor das Reflexbild gebracht wird. Macht das Auge jetzt eine Seitwärtsdrehung, so wird das Reflexbild im Sinn der Drehung seinen Ort ändern. Die Entfernung vom Faden zu dem nunmehrigen Ort des Reflexbildes ist die Grösse der Verschiebung. Diese wird mit dem Ophthalmometer gemessen, indem man das zweite Bild des Fadens mit dem ersten Reflexbild zusammenfallen lässt*).

Bezüglich der Genauigkeit, mit der sich diese Entfernung messen lässt, sagt Donders (l. c.) „Indem man abwechselnd bald nach dem einen, bald nach dem anderen zweier Zeichen sehen liess, so konnte die erforderte Entfernung der Doppelbilder fast absolut genau gemessen werden. Die Messung war genau, wenn bei rasch abwechselnder Fixation der beiden Zeichen das eine Bild der Flamme abwechselnd vollkommen mit den beiden Haaren zusammenfiel oder um eine gleiche Grösse abwich."

Donders glaubte hierin eine einfache Methode ge-

*) Ich nehme hier gern Gelegenheit, zu erwähnen, dass die Kenntniss dieses ebenso einfachen wie sinnreichen Verfahrens mir bei der Ausführung der Bestimmungen sehr förderlich war. Meine ursprüngliche Absicht war, die Verschiebung des Reflexbildes mittelst zweier verticaler Fäden zu bestimmen, welche durch Mikrometerschrauben einzeln seitlich verschoben werden konnten. Der eine Faden sollte in der Primärstellung vor das Reflexbild gebracht werden, der andere vor dasselbe nach ausgeführter Drehung. An geeigneter Theilung sollte die Differenz abgelesen werden.

funden zu haben, die Lage des Drehpunktes zu bestimmen; aber eine Schwierigkeit stellte sich derartigen Bestimmungen in den Weg. Die Cornea ist keine Kugelfläche, sondern stellt einen Theil eines Ellipsoids dar. Konnte die Excentricität der Ellipse, welche man erhält, wenn man einen Horizontalschnitt durch die Cornea legt, einen solchen Einfluss auf die Grösse der Verschiebung des Reflexbildes haben, dass dadurch ein merklicher Fehler entsteht?

Wie Donders angiebt, berechnete van Rees diesen Einfluss und fand, dass derselbe 2, selbst 3,6 Mm. betragen könne.

Es müsste daher jedesmal die Ellipticität bestimmt werden, was um so nöthiger erscheint, als die Drehungen des Auges ziemlich gross sein müssen, wenn man nicht allzu kleine Verschiebungen des Reflexbildes erhalten und messen will, bei deren Messung alsdann ein selbst kleiner Fehler störend ins Gewicht fallen würde. Mit einer grossen Drehung wird aber auch ein weit von dem Hornhautscheitel gelegener Punkt zur Spiegelung kommen und aus den Eigenschaften der Ellipse geht hervor, dass der Krümmungsradius eines Punktes der Ellipse wächst mit dem Abstand des Punktes von dem Scheitel*).

Der Einfluss, den die Ellipticität der Hornhaut auf die Ortsveränderung des Reflexbildes bei Bewegungen des Auges nimmt, wird hiernach am grössten sein, wenn ein Punkt der Cornea die Spiegelung vermittelt, welcher gerade am Rande liegt.

Für diesen Grenzfall lässt sich nun der Einfluss leicht ermitteln.

---

*) Diese Zunahme des Krümmungsradius geschieht aber dem Abstand vom Scheitel nicht proportional, worauf ich weiter unten noch zurückkommen werde.

Wird durch den Scheitel der Cornea ein Horizontalschnitt gelegt, so stellt dieser, wie bekannt, ein Stück einer Ellipse dar, deren halbe grosse Axe annähernd 11,5, deren halbe kleine Axe 9,5 Mm. gesetzt werden kann*).

Legt man ein rechtwinkliges Coordinatensystem zu Grunde und construirt mit gegebenen Zahlen eine Ellipse derart, dass die grosse Axe der Ellipse in die X-Axe, die kleine Axe in die Y-Axe des Coordinatensystems fällt (wobei dann das Centrum der Ellipse und der Anfangspunkt des Coordinatensystems zusammenfallen und die X-Axe durch den Hornhautscheitel geht) — so stellt der dem Durchschnittspunkt mit der X-Axe nächst benachbarte Theil der Curve die Hornhaut dar. Die Grösse dieses Theiles ist dadurch bekannt, dass man die Breite der Basis corneae kennt. Letztere sei mit dem Mittelwerth 11,8 angenommen. Damit sind alle zur Ausführung der Rechnung nöthigen Werthe gegeben.

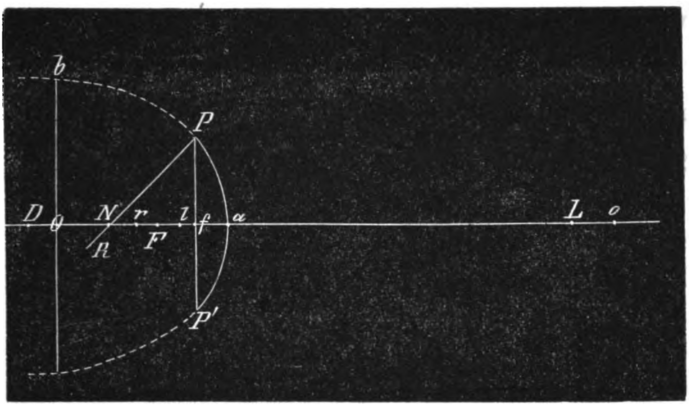
Es soll der Fall untersucht werden, in dem ein Punkt P am Rande der Cornea spiegelt. Fragt man zunächst, was sind die Coordinaten dieses Punktes?

Wie aus der Figur 2, welche die genannten Verhältnisse in einem Horizontalschnitt wiedergiebt, ersichtlich ist, ist die Ordinate des Punktes P am Rande der Cornea gleich dem halben Durchmesser der Basis corneae oder $Pf = 5{,}9$; die Abscisse des Punktes P Of ergiebt sich dann aus der Ellipsengleichung:

$$\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1.$$

*) Als Mittel aus den an 3 Augen von Helmholtz ausgeführten Messungen erhält man für die halbe grosse Axe 11,612 Mm. und für die halbe kleine Axe 9,44 Mm.

Fig. 2.



O a = halbe grosse Axe 11,5 Mm.
O b = halbe kleine Axe 9,5 Mm.
F der Brennpunkt der Ellipse.
P a P' stellt das der Cornea entsprechende Stück der Ellipse dar.
P P' ist der Durchmesser der Basis der Cornea = 11,8 Mm.
P N R ist die im Punkt P errichtete Normale.
N der Durchschnittspunkt der Normalen mit der X-Axe.
P N = Länge der Normalen.
P R = Krümmungsradius im Punkt P.
a = Scheitelpunkt der Cornea.
a r = Krümmungsradius im Scheitelpunkt a.

In L, weit vor dem Auge, befindet sich das Leuchtobject, direct hinter ihm in o das Auge des Beobachters. Das Reflexbild liegt in l um den halben Krümmungsradius a r hinter a. y, a und b sind bekannt, daher findet man O f = x = 9,01. Damit kennt man auch a f, den Abstand des Hornhautscheitels von der Basis corneae,

denn $af = Oa - Of = 11{,}5 - 9{,}01 = 2{,}49$. Die Entfernung des Brennpunktes F von $O = c$ beträgt 6,48, wie sich dieses aus der Gleichung $a^2 - b^2 = c^2$ ergiebt.

Der Krümmungsradius im Scheitel der Ellipse berechnet sich aus der Gleichung $r = \frac{b^2}{a}$ zu 7,84 Mm. Das Spiegelbild 1 liegt daher 3,92 Mm. hinter a.

Was schliesslich die Normale in Punkt P anlangt, so ist die allgemeine Gleichung der Normalen eines Punktes P der Ellipse mit den Coordinaten $x'\,y'$:

$$y - y' = \frac{a^2\,y'}{b^2\,x'}(x - x').$$

Setzt man für x' und y' die Coordinaten des Punktes P am Cornealrande ein, so hat man damit die Gleichung der Normalen in P. — Für den Durchschnittspunkt dieser Normalen mit der X-Axe N wird $y = o$ und $x = 2{,}86$*).

Was schliesslich die Grösse des zu Punkt P zugehörigen Krümmungsradius betrifft, so berechnet sich dieser aus der Gleichung

$$\varrho^2 = \left(\frac{a^4\,y^2 + b^4\,x^2}{a^8\,b^8}\right)^3$$

$PR = \varrho$ ist hiernach, wenn für x und y die Coordinaten des Punktes P eingesetzt worden $= 10{,}047$ Mm.

Der Drehpunkt möge 13,0 Mm. hinter dem Scheitel der Hornhaut liegen.

Wie oben erwähnt, wird sich der Einfluss der Ellipticität der Cornea auf die Lage des Reflexbildes dann am meisten geltend machen, wenn der am weitesten von

*) Nach der Gleichung für den Durchschnittspunkt der Normalen mit der X-Axe $x = \frac{c^2}{a^2}\,x'$; $\left[\frac{c^2}{a^2} = \varepsilon^2;\ \varepsilon\right.$ die numerische Excentricität$\left.\right]$.

der Hornhautmitte entfernte Punkt, also ein Punkt am Rande der Cornea spiegelt.

Man kann nun fragen, wann wird im gegebenen Falle der Punkt P am Rande spiegeln — eine wie grosse Drehung muss das Auge ausführen, damit Strahlen, welche von L ausgehen und den Punkt P treffen, an diesem eine solche Reflexion erleiden, dass sie nach L, resp. in das dicht bei L befindliche Auge o zurückgeworfen werden? und wo liegt in diesem Fall das Reflexbild?

Der Punkt P wird dann spiegeln, wenn, wie aus umstehender Figur ersichtlich ist, die ihm zugehörige Normale durch L geht — und das Reflexbild wird dann um den halben dem Punkt P zugehörigen Krümmungsradius oder 5,023 Mm. hinter P liegen.

Um die hier in Betracht kommenden Verhältnisse leicht übersehen zu können, beschreibe man aus dem Drehpunkt D einen Kreisbogen mit einem Radius von 1513 Mm. durch L (die Entfernung a L möge = 1500 Mm. sein), so wird die Normale in Punkt P den so gezogenen Kreisbogen in S schneiden.

Soll die Normale in P RNPS durch L gehen, so muss das Auge eine Drehung um den Winkel $(\varphi + \beta)$ ausführen. Bei dieser Bewegung beschreibt der Punkt P ein Stück eines Kreisbogens mit dem Radius D P. Nach ausgeführter Bewegung wird er sich in P_2 befinden.

Die Grösse des Winkels φ ist leicht zu ermitteln:

$$\frac{Pf}{Df} = \operatorname{tg} \varphi$$

Pf = halbe Breite der Basis corneae = 5,9

$Df = DO + Of = 1{,}5 + 9{,}01$

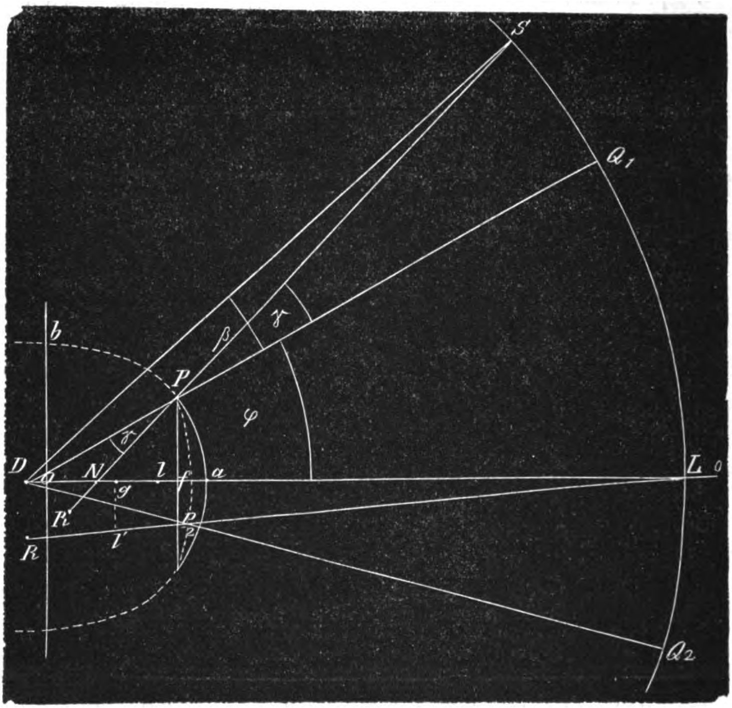
$\sphericalangle \varphi = 29^0\, 18'\, 30''$.

Nachdem man jetzt den Winkel φ kennt, kann man im Dreieck D P f die Seite D P bestimmen, indem

$$\frac{\text{P f}}{\text{DP}} = \sin \varphi \text{ ist}$$

$$\text{D P} = 12{,}053.$$

Fig. 3.



Um β zu finden, bestimmt man zunächst im Dreieck D P N den Winkel γ. In diesem Dreieck sind die Seiten D P und D N bekannt. D N ist = D O + O N = 1,5 + 2,86. Die 3. Seite N P, die sogenannte Länge der Normalen findet man nach der Gleichung:

$$N^2 = \frac{b^2}{a^2}(a^2 - \varepsilon^2 x_1^2)$$

worin ε die numerische Excentricität bedeutet $\left(= \frac{c}{a}\right)$.

Für x_1 die Abscisse des Punktes P eingesetzt, erhält man für N P = N den Werth 8,524*). Im Dreieck D P N sind somit die 3 Seiten bekannt und der Winkel P D N = $\sphericalangle \varphi$. Nach dem Sinussatz findet man daraus $\sphericalangle \gamma = 14^0\,31'\,2''$. Nun ist Winkel $\beta = \gamma - \sphericalangle$ D S P. Letzterer Winkel ist mit Hilfe des Sinussatzes aus Dreieck D P S zu finden

$$\frac{\sin DSP}{\sin DPS} = \frac{DP}{DS}$$

D P ist = 12,053, D S = 1513 und

$\sphericalangle DPS = 180^0 - \gamma$

$\sphericalangle DSP = 0^0\,6'\,52''$

$\sphericalangle \beta$ also $= \sphericalangle \gamma - \sphericalangle DSP = 14^0\,24'\,10''$.

Damit der auf dem Rande der Cornea liegende Punkt P zur Spiegelung komme, muss demnach das Auge eine Drehung um $43^0\,42'\,40''$ ausführen. — Das Reflexbild wird jetzt in l' liegen, um den halben dem Punkt P zugehörigen Krümmungsradius hinter P, resp. da P jetzt nach ausgeführter Bewegung in P_2 liegt, hinter P_2.

Für das in o befindliche Auge des Beobachters erscheint das Reflexbild um die Grösse g l, verschoben. Wie gross ist g l'?

Im Dreieck g l' L ist

$$\frac{g\,l'}{l'\,L} = \sin D\,L\,l'$$

$$l'L = l'P_2 + P_2L = 5{,}0235 + 1501{,}3 = 1506{,}3235$$

da $l'P_2 = \frac{\varrho}{2}$ und $P_2L = PS$ ist; P S findet man aber

*) Oder man sucht den Werth N P mit Hilfe des Cosinussatzes.

nach dem Sinussatz aus Dreieck D P S

$$\sphericalangle\, D\, L\, l' = \sphericalangle\, P\, S\, D = 0^{0}\, 6'\, 52''.$$

Es ist daher

$$g\, l' = \sin 6'\, 52'' \cdot 1506{,}3235$$

$$g\, l' = 3{,}008.$$

Hätte man diese Grösse der Verschiebung gemessen und aus ihr bei bekanntem Drehungswinkel nach der obigen Formel den Abstand des Drehpunktes vom Krümmungsmittelpunkt zu bestimmen versucht, so hätte man nach der obigen Formel:

$$\frac{3{,}0}{x} = \sin 43^{0}\, 42'\, 40''$$

$$x = 4{,}34$$

gefunden, während doch der Annahme nach der Drehpunkt 5,2 Mm. hinter dem Krümmungsmittelpunkt des Scheitels liegt. In Fällen, die, wie Donders angiebt, van Rees berechnete, konnte der Fehler 2, selbst 3,6 Mm. betragen; es mussten dies Beispiele gewesen sein, in denen die Excentricität sehr gross genommen war.

Nachdem Donders diese Fehlerquelle erkannt hatte, verliess er diese Methode. Spätere Drehpunktsbestimmungen führte er in Gemeinschaft mit Doijer in der bekannten Weise aus, dass — nachdem zuvor der Durchmesser der Basis corneae bestimmt war — bestimmt wurde, um einen wie grossen Winkel das Auge zur Seite gedreht werden musste, damit der eine oder andere Cornealrand gerade hinter ein vertikal gespanntes Haar zu stehen kam.

Aus Drehungswinkel und bekannter Breite der Basis corneae berechnete man nach einfacher Relation*) den

---

*) Donders u. Doijer, Arch. f. Holl. Beiträge, Bd. III. S. 267. (Die halbe Breite der Basis Corneae zu gesuchtem Abstand des Drehpunktes von der Hornhautbasis ist gleich der Tang. des halben Drehungswinkels.

Abstand des Drehpunktes von der Basis corneae. Indem man dann in allen Fällen 2,6 Mm. als Entfernung des Hornhautscheitels von Basis hinzuzählte*), erhielt man den Abstand des Drehpunktes von dem Scheitel der Hornhaut. Nach den von Helmholtz**) an 3 Augen ausgeführten Messungen beträgt dieser Abstand im Mittel 2,53 Mm. Nach Messungen, die Jäger***) an 12 Cadaveraugen ausführte, ergiebt sich im Mittel 2,358. Dabei sind die Differenzen innerhalb der Reihe sehr bedeutend†). Knapp giebt als Mittel 2,77 an. Daraus ist jedenfalls das eine ersichtlich, dass diese Grösse ziemlich grossen Schwankungen unterliegt. Und häufig dürfte, indem in allen Fällen 2,6 Mm. hinzugezählt wurde, zu viel zugezählt worden sein.

Viel wichtiger als diese kleine Ungenauigkeit ist ein anderer Umstand, der bei der Donders-Doijer'schen Methode in Betracht kommt. Die Bewegungen, die das Auge ausführen muss, sind sehr grosse. Mit stark seitlicher Blickrichtung treten nun einmal leichter Kopfbewegungen ein. Um den Einfluss dieser auszuschliessen, lässt Donders freilich den Untersuchten einigemal rasch hinter einander das rechts und links stehende Visirzeichen fixiren, bei deren Fixation dann abwechselnd der eine oder andere Cornealrand hinter dem Haar stehen muss. Dann könnte auch das, worauf J. J. Müller und Berlin††) aufmerksam gemacht haben, bei stark seitlicher Blickrichtung in Betracht kommen. Nach den Untersuchungen dieser findet bei starker Lidöffnung ein Hervortreten des Bulbus statt, wodurch der Drehpunkt

*) Donders, Anomalien der Refract. u. Accommod. S. 159.

**) Arch. f. Ophth. Bd. I, Abth. 2.

***) Ueber die Einstellungen des dioptr. Apparates, S. 276.

†) Maximum = 2,6; Minimum = 2,1 Mm.

††) J. J. Müller, Arch. f. Ophth. Bd. XIV, 3, S. 183—218. — Berlin, Arch. f. Ophth. 1871. S. 159.

seine absolute Lage im Raum ändert. „Wenn nun bei stark seitlicher Blickrichtung die Pupille sich dem Lidwinkel nähert, und hier theilweise durch die Cilien gedeckt ist, so tritt zum Zweck deutlicheren Sehens ein stärkeres Oeffnen der Lidspalte ein und damit ändert sich durch Hervortreten des Bulbus die absolute Lage des Drehpunktes."

Das Wichtigste aber ist, dass, wie auch Donders sagt, „in manchen Fällen, besonders bei Myopen*), die Beweglichkeit zu beschränkt ist, um die Cornea den erforderlichen Raum durchlaufen zu lassen."

In solchen Fällen half sich Donders in der Art, dass er statt eines Fadens 2 Parallelfäden spannte. Das Auge musste dann so lange zur Seite gewendet werden, bis einmal der eine Cornealrand hinter den einen, das andere Mal der andere Cornealrand hinter den anderen Faden zu stehen kam. Dabei wurden die Drehungen des Auges bestimmt, die nöthig waren, um den einen oder anderen Cornealrand hinter den betreffenden Faden zu bringen. Die Entfernung der beiden Fäden war genau gemessen. „Um den durchlaufenen Raum zu kennen, war es nur nöthig, den Abstand der Fäden von der zuvor gefundenen Breite der Hornhaut abzuziehen und dieser Werth wurde nun ferner der Berechnung zu Grunde gelegt"**).

Die einfache Betrachtung, welche der Donders-Doijer'schen Methode zu Grunde liegt, gilt aber, genau genommen, nicht mehr, wenn die Bestimmungsart dadurch modificirt wird, dass 2 Parallelfäden statt eines verwendet werden.

Bevor ich näher auf diesen Punkt eingehe, erinnere ich an einen bekannten Satz aus der Trigonometrie.

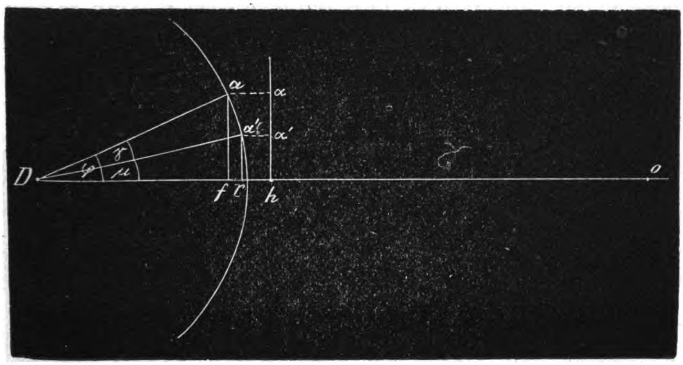
*) Unter 10 hochgradigen Myopen war 7 Mal die Beweglichkeit beschränkt. Donders u. Doijer l. c., S. 271.

**) Donders und Doijer l. c., S. 267.

Wenn ein Winkel von 0° bis 90° allmälig wächst, so wächst der Sinus anfangs sehr rasch, aber dann immer langsamer.

Stellt nun a einen Punkt am Rande der Cornea dar, D den Drehpunkt und h den Querschnitt des Fadens, welcher gerade in der verlängerten Hornhautaxe liegt, so erscheint für ein weit vor dem Auge gelegenes Auge der Abstand des Cornealrandes von dem Faden $= \alpha$h = af.

Fig. 4.



Wenn das Auge jetzt gedreht wird, so wird der Punkt a sich auf einem Kreisbogen, beschrieben mit Radius a D, bewegen.

Befindet sich der Punkt a in a', so erscheint er für o um die Grösse α'h = a' r von h entfernt.

Ist nun α'h gerade halb so gross wie αh, so geht aus dem erwähnten Satz hervor, dass Winkel $\gamma >$ Winkel μ sein muss.

$$\frac{a' r}{a' D} = \sin \mu.$$

Damit der Sinus doppelt so gross werde, genügt es nicht, den Winkel aufs doppelte wachsen zu lassen, sondern dieser muss um mehr wachsen.

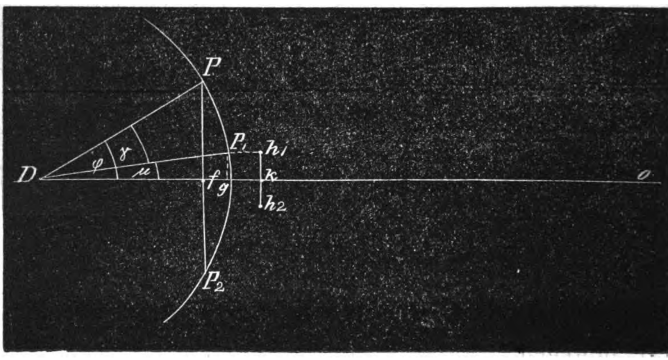
$$\sphericalangle \varphi > 2\mu$$

oder: $\gamma > \mu$.

Nachdem dies vorausgeschickt worden ist, möge der Fall betrachtet werden, in welchem wegen beschränkter Beweglichkeit 2 Parallelfäden h_1 und h_2 gespannt werden müssen. Der Abstand der Fäden betrage 4 Mm., die gewählten Grössenverhältnisse des Auges und die Bezeichnungen seien dieselben wie oben.

D P der Abstand des Drehpunktes von dem Punkt P am Rande der Cornea ist also = 12,053, der Durchmesser der Hornhaut = 11,8, P f also = 5,9. Der Winkel P D f = $\sphericalangle \varphi$ beträgt nach dem obigen 29° 18′ 30″. Die Hornhautaxe halbirt den Abstand der Fäden h_1 h_2.

Fig. 5.



Damit nun Punkt P hinter den Faden h_1 zu stehen kommt, muss P nach P′ sich bewegen. Wie gross ist nun Winkel P D P′ = $\sphericalangle \gamma$?

$$\sphericalangle \varphi = \sphericalangle \gamma + \sphericalangle \mu,$$

Winkel μ lässt sich aber leicht bestimmen

$$\frac{P' g}{D P'} = \sin \mu$$

$$P' g = h' k = 2$$

$$D P' = D P = 12{,}053$$

$$\sphericalangle \mu = 9^0\, 33'\, 5''.$$

Daher ist Winkel $\gamma = 19^{\circ} 45' 25''$. Eine gleich grosse Drehung muss das Auge im gegebenen Fall ($h_1 h_2$ wird durch die Hornhautaxe halbirt) in entgegengesetzter Richtung ausführen, damit ein Punkt P_2 auf dem entgegengesetzten Rande der Cornea hinter h_2 zu stehen kommt.

Hatte man nun den Drehungswinkel γ aus der Stellung der Visirzeichen gefunden und den Raum, den der Punkt durchlaufen hatte, dadurch bestimmt, dass man von der Breite der Hornhaut den Abstand der Fäden abzog und die Differenz der Rechnung zu Grunde legte, um daraus den gesuchten Abstand des Drehpunktes von der Basis corneae zu finden, so würde man erhalten

$$\frac{Pf - P'g}{x} = \frac{5{,}9 - 2}{x} = tg\,\gamma$$

worin x den gesuchten Abstand D f bedeutet — oder:

$$x = 3{,}9 \cdot \operatorname{cotg} 19^{\circ} 45' 25''$$
$$x = 10{,}866.$$

Man findet hiernach also für den gesuchten Abstand 10,866, während derselbe doch in Wirklichkeit (der Annahme nach) 10,51 beträgt, einen Werth, welcher um 0,36 Mm. zu gross ist*).

Kommt zu diesem Fehler noch der kleine oben erwähnte Fehler, der dadurch entstehen kann, dass in allen Fällen 2,6 als Abstand des Hornhautscheitels von Hornhautbasis hinzugezählt wird, welcher Werth aber keineswegs so constant zu sein scheint und wohl häufig kleiner ist als 2,6 Mm., so dürfte damit ein Fehler eingeführt werden, der zu gross ist, als dass er nicht beachtet werden darf.

---

*) Bei Donders und Doijer's Messungen betrug gewöhnlich der Abstand der Fäden 3,02 Mm. Würde dieser Abstand statt des gewählten 4 gesetzt, so würde man im gegebenen Fall für x 10,82 finden. Winkel P D P′ wäre hier = 22° 6′ 40″.

Daraus ist ersichtlich, dass das einfache der Donders-Doijer'schen Methode zu Grunde liegende Princip und die auf diesem basirende Bestimmung des Drehpunktes nicht mehr unbedingte Anwendung finden, wenn statt eines Fadens 2 Parallelfäden vor das beobachtete Auge gebracht werden, wie dieses bei Fällen von beschränkter Beweglichkeit nöthig, und nun der eine Cornealrand hinter den einen, der andere hinter den andern gestellt wird. — Der hierbei entstehende Fehler beträgt im berechneten Fall 0,36 Mm.

Mit anderweitigen Messungen beschäftigt, war es mir wünschenswerth, im untersuchten Auge auch jedesmal die Lage des Drehpunktes zu kennen. Da diese Messungen sich vorzugsweise auf myopische Augen beziehen, so wünschte ich eine Methode zu besitzen, die bei Genauigkeit und leichter Ausführkeit keine grossen Drehbewegungen erfordert.

Eine solche Methode glaube ich darin zu haben, dass ich die Verschiebung des Cornealreflexes bei Bewegung des Auges messe (wie dies auch schon von Junge und Donders geschehen ist), dabei aber eine derartige Anordnung treffe, dass die Ellipticität der Cornea keinen störenden Einfluss geltend machen kann. Ich gehe aus von der Stellung des Auges, in der die Hornhautaxe in die Richtung der Ophthalmometeraxe fällt. Die Gesichtslinie wird dann einen mehr oder weniger weit seitlich von dem Fernrohr gelegenen Punkt treffen. Das Bild eines dicht über dem Fernrohr des Ophthalmometers befindlichen Lichtes wird in der Mitte der Hornhaut liegen.

Wird jetzt das Visirzeichen seitlich verschoben und führt das untersuchte Auge, indem es fortfährt, dasselbe zu fixiren, eine seitliche Bewegung aus, so wird im Sinn der Drehung auch das Licht verschoben und zwar so,

dass dasselbe immer in der Verlängerung der Hornhautaxe bleibt.

Dies lässt sich nun, wie sich aus Folgendem ergiebt, leicht bewerkstelligen.

Die Messung geschieht folgendermassen:

An der schmalen Seite eines grossen Tisches befindet sich eine Vorrichtung, welche ähnlich der am Förster'schen Perimeter zur Stütze des Kinns dient. Ein kleiner vertikaler Stab kommt dabei mit seinem Ende wider den unteren Orbitalrand zu stehen.

Auf dem Tisch, ungefähr unter dem Drehpunkt des untersuchten Auges, befindet sich ein vertikaler Stift, um welchen eine 1 Meter lange Alhydade beweglich ist, die mit ihrem vorderen Ende einen auf den Tisch gezeichneten Gradbogen beschreibt. An dem vorderen Ende dieser Alhydade befindet sich ein Querstück, das an seiner nach dem Gradbogen sehenden Seite gleiche Krümmung hat wie dieser. Ein dem unteren genau in Form und Grösse entsprechendes oberes Querstück ist mit dem unteren durch 2 kleine Säulen verbunden, deren Höhe so gewählt ist, dass das obere Querstück etwa in die Höhe des untersuchten Auges kommt. An beiden Querstücken ist an der gekrümmten Seite eine Gradeintheilung so angebracht, dass die obere der unteren entspricht.

An der Stelle des Nullpunktes ist an dem oberen Querstück ein Licht anzubringen möglich. Längs der gekrümmten Kante lässt sich ferner ein Korkreiter hin- und herschieben, welcher an einer vertikalen Nadel ein verschiebliches Kügelchen trägt, das als Fixationszeichen dient. Das Ganze stellt somit einen kleinen Tisch dar, welcher dem Ende der Alhydade aufsitzend, auf einer Kreisperipherie hin- und hergeschoben werden kann, welche mit der Länge der Alhydade als Radius beschrieben ist.

Dicht hinter demselben (unter dem oberen Querstück) befindet sich das Fernrohr des Ophthalmometers; das Licht sitzt diesem somit nicht direct auf, sondern ist durch die Dicke des Querstückes von dem Fernrohr getrennt, was weiter keinen erheblichen Nachtheil bringt, wenn man das Licht nur recht klein wählt.

Zunächst wird der Nullpunkt des Querstücks auf den Nullpunkt des auf dem Tisch liegenden Gradbogens gebracht (das Fernrohr des Ophthalmometers steht genau unter dem Nullpunkt des oberen Quertheils), und das Fixationszeichen so lange verschoben, bis das Cornealbild des Lichtes genau in der Mitte der Hornhaut liegt*). Aus dem Abstand des Fixationszeichens von dem Nullpunkt erhält man direkt, in Graden ausgedrückt, annähernd den Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie und aus der Grösse der Drehung der Platte des Ophthalmometers, welche nöthig ist, um die verdoppelten Reflexbilder gleichzeitig auf entgegengesetzte Hornhautränder einzustellen**), findet man weiter die halbe Breite der Cornea.

Nimmt das Auge die gewünschte Stellung ein, so wird, nachdem der Kopf des Untersuchten möglichst gut fixirt ist, — ein vertikal gespanntes Haar, das mit seinem Träger durch eine Mikrometerschraube seitlich verschoben werden kann, — gerade vor das (in der Mitte der Cornea gelegene) Reflexbild des Lichtes gebracht.

Ist dies geschehen, so wird das Tischchen längs des Gradbogens um eine bestimmte Anzahl Grade (gewöhnlich 8°—10°) verschoben und der Untersuchte dabei angewiesen, fortwährend das Visirzeichen zu fixiren. Licht und Visirzeichen bleiben dabei in derselben Lagebeziehung

*) Siehe oben.

**) Criterium dafür, dass das Reflexbild in der Mitte der Hornhaut liegt. S. oben.

zu einander und so bleibt das Licht immer in der verlängerten Hornhautaxe.

Nach ausgeführter Bewegung erscheint das Reflexbild seitlich vom Haar. Die Entfernung von Haar zu Reflexbild ist die Grösse der Verschiebung. Sie wird gemessen, indem man die Platten des Ophthalmometers so lange dreht, bis das erste verdoppelte Reflexbild mit dem zweiten Haar zusammenfällt.

Um zu sehen, ob keine Kopfbewegung stattgefunden hatte, wurde das Tischchen wieder auf den Nullpunkt gebracht. War die Drehung der Platten geblieben, so musste dann, wenn keine Bewegung stattgefunden hatte, hinter je einem Haar ein Reflexbild stehen. Zur Controle wurde dann das Tischchen um eine gleiche Anzahl Grade nach der entgegengesetzten Seite verschoben. Bei unverändert gebliebener Stellung der Ophthalmometerplatten musste jetzt hinter einem Haar und zwar dem anderen als bei der ersten Drehung um 10°, ein Reflexbild liegen, und bei abermaligem Einstellen auf den Nullpunkt musste wieder hinter jedem Haar ein Reflexbild stehen, wenn mittlerweile keine Kopfbewegung stattgefunden hatte. Aus einer Anzahl solcher sehr genauen Bestimmungen wurde dann das Mittel genommen.

Wie schon oben erwähnt wurde, verfuhr Donders bei der Messung der Verschiebung des Reflexes derart, dass er nicht jedesmal das Haar vor das Reflexbild in der Primärlage brachte, sondern, wenn dieses vor der Drehung etwas zur Seite des Haares lag, er nach ausgeführter Drehung die Grösse der dabei stattgefundenen Verschiebung mass, indem er die Platten des Ophthalmometers so lange drehte, bis das erste Reflexbild um eine gleiche Grösse vom zweiten Haare abwich. Bei rasch abwechselnder Fixation der Visirzeichen lasse sich dies mit der nöthigen Genauigkeit erreichen. — Letztere Messungsart hat jedenfalls den Vorzug der leichteren

Ausführung. Da bei ihr aber die Genauigkeit der Messung von der richtigen Schätzung des Abstandes des Reflexbildes von dem Haar abhängt und es zur Erlangung der nöthigen Fertigkeit Uebung bedarf, so schien es mir bei den ersten Messungen zweckentsprechender, um vollständig zuverlässige Werthe zu erhalten, das bezeichnete, freilich oft für den Untersuchten lästige Verfahren einzuschlagen, indem es manchmal lange dauerte, bis man Werthe erhielt, die den gestellten Anforderungen vollständig genügten.

Schliesslich musste noch der Krümmungsradius im Scheitel gemessen werden, was auf die bekannte Art mit dem Ophthalmometer geschah. War dies geschehen, dann hatte man alle Werthe, um die Lage des Drehpunktes berechnen zu können.

Nachdem ich das Verfahren der Messung beschrieben habe, bleibt mir die Aufgabe, zu zeigen, welche Vortheile dasselbe hat und insbesondere, dass bei der beschriebenen Anordnung die Ellipticität der Cornea keinen, resp. keinen nennenswerthen Einfluss auf die Verschiebung des Reflexbildes hat.

Zu diesem Zweck möge der Fall betrachtet werden, in welchem das Auge eine Drehung von 20° ausführt, wobei das Licht, im Sinn der Drehung des Auges sich mitbewegend, stets in der verlängerten Hornhautaxe bleibt. Der Abstand des Drehpunktes vom Hornhautscheitel betrage 13 Mm., die Hornhaut sei der Einfachheit halber zunächst sphärisch angenommen, nach einem Radius von 8 Mm. gekrümmt.

Wo liegt jetzt nach ausgeführter Drehung das Spiegelbild der Cornea, wie gross ist seine Verschiebung und welcher Punkt der spiegelnden Oberfläche vermittelt die Spiegelung?

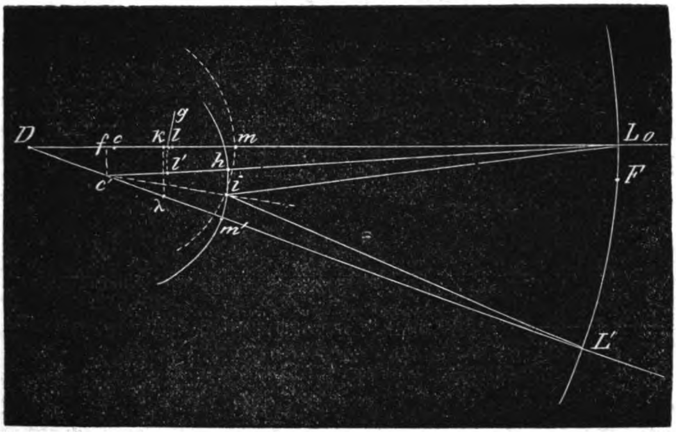
Die Zeichen in Fig. 6 bedeuten dasselbe wie in Fig. 1.

D ist der Drehpunkt, c der Krümmungsmittelpunkt

der Hornhaut, m deren Scheitel bei der Anfangsstellung, F bedeutet das Fixationszeichen; der Voraussetzung nach geht, wenn die Gesichtslinie durch F geht, die Hornhautaxe durch L. Um die Figur nicht überflüssig zu compliciren, sind die Gesichtslinien nicht gezeichnet. l die Lage des Cornealbildes bei dieser Augenstellung.

Nach ausgeführter Drehung liegt c in c′, m in m′. Blieb das Licht in L, so liegt jetzt das Reflexbild in l′;

Fig. 6.



wurde dagegen das Licht im Sinn der Drehung verschoben, so dass es nach der Drehung in L′ auf der verlängerten Hornhautaxe liegt, so erscheint das Reflexbild in λ. Betrug im ersten Fall die Verschiebung (für das weit von dem untersuchten Auge befindliche Auge des Beobachters) g l′, wobei für einen Drehungswinkel von 20° g l′ = 1,71 Mm. ist, so ist im letzteren Fall die Verschiebung gleich k λ. Es verhält sich aber $\frac{g\,l'}{k\,\lambda}$ oder, da für g l′ nach dem oben Gesagten auch f c′ gesetzt werden kann,

$$\frac{f c'}{k \lambda} = \frac{D c'}{D \lambda} = \frac{D c'}{D c' + c' \lambda} = \frac{5}{5+4}.$$

Die Verschiebung beträgt im letzteren Fall also einen nahezu doppelt so grossen Werth — oder mit anderen Worten, um dieselbe Grösse der Verschiebung des Reflexbildes zu erhalten, genügt in letzterem Fall eine Drehung des Auges um wenig mehr als die Hälfte der Anzahl Grade als im ersten Fall.

Die Grösse $k \lambda$ berechnet sich, wie aus der Figur ersichtlich ist aus der Relation

$$\frac{k \lambda}{D \lambda} = \sin c D c'$$

$$D \lambda \text{ ist} = D c' + c' \lambda.$$

$D c'$ ist nun der gesuchte Abstand des Drehpunktes vom Krümmungsmittelpunkt der Cornea $= x$; $c' \lambda =$ halber Krümmungsradius.

$$\frac{k \lambda}{x + \frac{r}{2}} = \sin c D c' \text{ oder } x = \frac{k \lambda}{\sin c D c'} - \frac{r}{2}.$$

Wie oben gezeigt wurde, spiegelte nach ausgeführter Drehung, wenn das Licht an Ort und Stelle geblieben war, ein Punkt h, dessen Lage dadurch bestimmt war, dass er auf der Verbindungslinie von L und c' liegt. Der Winkel $h c' m'$ konnte gleich dem Drehungswinkel gesetzt werden (siehe oben).

Wurde dagegen das Licht mit der Bewegung des Auges nach L' geführt, so ist es der Punkt i, welcher Strahlen, die von L' ausgehen, in das in o befindliche Auge des Beobachters reflectirt. Die Lage dieses Punktes i ergiebt sich nach den Gesetzen der Spiegelung durch die Halbirungslinie des Winkels $L c' L'$. Wo diese Linie die spiegelnde Fläche schneidet, da liegt i.

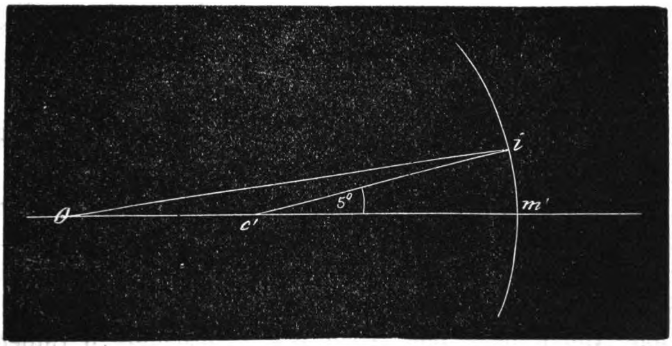
Daraus folgt, dass der Punkt h doppelt so weit vom Scheitel liegt wie der Punkt i.

Der Vortheil der Verschiebung des Lichtes nach L'

ist somit ein doppelter: einmal fällt die Verschiebung des Reflexbildes nahezu doppelt so gross aus und zweitens vermittelt ein Punkt der spiegelnden Oberfläche die Reflexion nach o, welcher dem Scheitel der Hornhaut doppelt so nahe liegt.

Hatte man bei einer Drehung um 20°, wie erwähnt, bei an Ort und Stelle bleibender Leuchtquelle, eine Verschiebung des Reflexes um 1,71 Mm. erhalten, so erhält man die gleiche Verschiebung schon bei einer Drehung von nur 10° 57′ wenn das Licht im Sinn der Drehung gleichmässig verschoben wurde.

Fig. 7.



Spiegelte im ersten Falle ein Punkt h, der, wenn seine Entfernung vom Scheitel der Hornhaut in Graden eines Winkels ausgedrückt wurde, dessen Scheitel in c′ liegt — um 20° von m′ entfernt lag, so spiegelte im anderen Fall ein Punkt, der nur 5° 30′ vom Scheitel liegt.

Da, wie oben gesagt wurde, bei meinen Messungen eine Drehung von nur 8° resp. 10° ausgeführt wurde, so spiegelte in diesen Fällen ein Punkt, der 4° resp. 5° von m′ lag. Drückt man den Abstand des spiegelnden Punktes von dem Hornhautscheitel anstatt in Winkel-

graden, bezogen auf den Krümmungsmittelpunkt c resp. c' — in Graden eines Winkels aus, dessen Scheitel in einem Punkt o liegt, welcher sich 11,5 Mm. hinter m resp. m' befindet (Mittelpunkt der Ellipse), so erhält man für Winkel m' O i 3° 28' 45" *) (Fig. 7).

Die vorstehende Betrachtung bezog sich auf eine sphärisch angenommene Hornhaut. Nun stellt aber ein Horizontalschnitt, welcher durch die Cornea gelegt wird, diese als ein Stück einer Ellipse dar, deren halbe grosse Axe annähernd 11,5 Mm., deren halbe kleine Axe 9,5 Mm. gesetzt werden kann; werden diese Werthe zu Grunde gelegt, wie dies auch oben geschehen ist und fragt man jetzt, welcher Punkt der Ellipse spiegelt, wenn um einen Punkt, der 13 Mm. hinter dem Schnittpunkt der Ellipse mit der grossen Axe liegt (d. i. der Drehpunkt des Auges, welcher 13 Mm. hinter dem Hornhautscheitel liegend angenommen wird), eine Drehung um 10° ausgeführt wird und das Licht bei und nach der Bewegung immer auf der verlängerten grossen Axe bleibt?

Es wird dies ein Punkt P sein, der dadurch bestimmt ist, dass die ihm zugehörige Normale den Winkel halbirt, welcher gebildet wird, wenn man von dem nach ausgeführter Bewegung in L' befindlichen Licht nach P und von P nach dem Auge des Beobachters o Linien zieht.

Wie eine einfache Construction zeigt, ist in diesem Fall der Einfallswinkel, das ist der Winkel, welchen L' P mit der Normalen in P bildet, gleich dem Reflexionswinkel, d. i. dem Winkel, welchen o P mit der Normalen bildet. Wird nach dieser Betrachtung, der die Spiegelung vermittelnde Punkt P der Ellipse gesucht, so erhält man einen Punkt, welcher noch etwas näher dem Scheitel

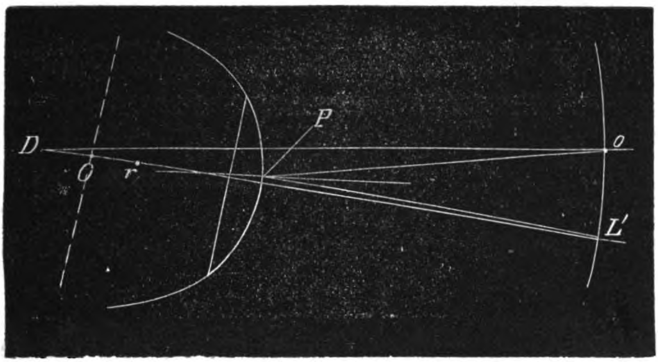
---

*) Zunächst wird O i mittelst des Cos. satzes gesucht, O i = 11,49, und dann mittelst Sinussatz ∢ i O m'.

gelegen ist. Wird durch denselben ein Strahl aus dem Centrum der Ellipse O gezogen, so bildet dieser mit der grossen Axe einen Winkel von circa 3°.

Wie gross ist nun im gegebenen Fall der Krümmungsradius, der diesem Punkte P zugehört? und um wie viel differirt derselbe von dem Krümmungsradius im Scheitelpunkt? Vor Beantwortung dieses speciellen Falles dürfte es zweckmässig sein, im Allgemeinen die Zunahme des Krümmungsradius an verschiedenen Punkten der Ellipse mit deren Abstand vom Scheitel etwas näher zu betrachten.

Fig. 8.



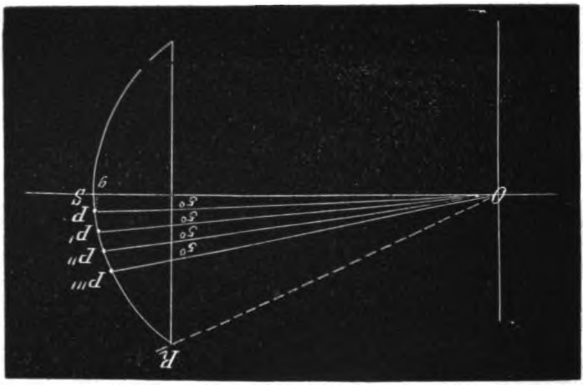
Auch hier sei die mehrerwähnte Ellipse zu Grunde gelegt, deren halbe grosse Axe 11,5, deren halbe kleine Axe 9,5 Mm. beträgt. Der Durchmesser der Hornhaut sei mit 11,8 Mm. angenommen.

Wird auch jetzt wieder, wie oben, ein rechtwinkliges Coordinatensystem zu Grunde gelegt und die Ellipse so construirt, dass deren grosse Axe mit der X-Axe zusammenfällt und das Centrum der Ellipse in den Anfangspunkt des Coordinatensystems zu liegen kommt, und werden jetzt aus dem Centrum der Ellipse O Strahlen an die Ellipse gezogen, die mit einander je einen Winkel von 5° einschliessen, so treffen diese die Ellipse in den Punkten P, P', P'', P''' etc.

Wie gross sind die diesen Punkten zugehörigen Krümmungsradien? Die allgemeine Gleichung für den Krümmungsradius eines Punktes der Ellipse ist:

$$\rho^2 = \frac{(a^4 y^2 + b^4 x^2)^3}{a^8 b^8}.$$

Fig. 9.



Ist $y = o$, was für den Punkt S, den Scheitelpunkt, der Fall ist, so vereinfacht sich diese Gleichung in:

$$\rho = \frac{b^2}{a}.$$

Die Krümmungsradien der Punkte P, P′, P″ etc. findet man daher, wenn für x und y ihre Coordinaten eingesetzt werden.

Letztere lassen sich aber leicht bestimmen.

Hat man einen beliebigen Punkt p der Ellipse mit den Coordinaten x y, so ist $\frac{y}{x} =$ tg des Winkels, welchen der durch Punkt p aus O, dem Centrum der Ellipse, gelegte Strahl mit der grossen Axe bildet. Sei dieser Winkel φ genannt, so ist

$$\frac{y}{x} = \text{tg}\,\varphi\,*)$$

*) Für Punkt P z. B. $\frac{Pg}{Og} = \text{tg}\ 5^0$.

oder da $$x = \frac{a}{b}\sqrt{b^2 - y^2}$$ ist,

$$y^2 = \frac{tg^2\varphi \cdot a^2}{1 + tg^2\varphi \frac{a^2}{b^2}}$$

Hiernach sind im vorliegenden Fall die Coordinaten

des Scheitelpunktes S: $x_s = 11,5$
$y_s = 0$

des Punktes P: . . $x = 11,436$
$y = 1,000524$

des Punktes P': . . $x' = 11,247$
$y' = 1,983$

des Punktes P'': . . $x'' = 10,939$
$y'' = 2,93$

und die des Punktes P''': . . $x''' = 10,523$
$y''' = 3,83.$

Die Coordinaten eines Punktes R am Rande der Cornea sind nach dem obigen bekannt

$$x_r = 9,01$$
$$y_r = 5,9.$$

Ein Strahl aus O durch R gelegt bildet mit der grossen Axe einen Winkel von 33° 13' 44''.

Wird jetzt der Krümmungsradius für Punkt P, P' u. s. w. berechnet, so findet man:

für den Scheitelpunkt S = 7,84
für den Punkt P . . = 7,9084
für den Punkt P' . . = 8,0877
für den Punkt P'' . . = 8,3752
für den Punkt P''' . . = 8,748.

Es wächst somit der Krümmungsradius

von S bis P . . um 0,0684 Mm.
von P bis P' . . um 0,1793 „
von P' bis P'' . . um 0,2875 „
von P'' bis P''' . um 0,373 „

Wächst der Winkel bis 33° 13' 40'', so beträgt der

Krümmungsradius (für Punkt R am Rande der Cornea) schon 10,047 Mm.

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, wie sehr rasch der Krümmungsradius wächst mit weiterer Entfernung vom Scheitel*) und hieraus geht wiederum der grosse Vortheil hervor, den es hat, wenn ein nahe dem Scheitel der Cornea gelegener Punkt spiegelt.

Kommen wir jetzt auf den erwähnten speziellen Fall zurück; wie gezeigt, spiegelte nach ausgeführter Drehung um 10° ein Punkt, der dadurch bestimmt ist, dass ein aus dem Centrum der Ellipse durch ihn gelegter Strahl mit der X-Axe einen Winkel von circa 3° bildet. Die Coordinaten eines solchen Punktes x und y sind 11,477 resp. 0,6014 Mm., der zugehörige Krümmungsradius ist 7,87 Mm. gross, differirt gegen den des Scheitelpunktes (7,84) also nur um $\frac{3}{100}$ Mm.

Bei einer so kleinen Differenz kann die Ellipticität der Cornea keinen Einfluss geltend machen, der nicht innerhalb der Fehlergrenze der Messung läge.

Zum Schluss wird der Krümmungsradius im Scheitel der Hornhaut bestimmt. So bekannt die Methode der Bestimmung des Krümmungsradius ist, so möchte ich doch an dieser Stelle mit wenigen Worten auf dieselbe zu sprechen kommen.

Senkrecht zur Hornhautaxe wird in einer Entfernung von etwa 8′—10′ ein Massstab nahezu in gleicher Höhe mit dem beobachteten Auge aufgestellt. Die Stelle, in welcher die verlängerte Hornhautaxe den Massstab schneidet, ist der Ausgangspunkt, von dem um 2′ nach der einen Seite ein Licht angebracht ist. — Die Mitte

*) Es würde dieses auch ersichtlich sein, wenn man in die Gleichung für den Krümmungsradius Winkel mit ihren Functionen einführte.

zweier Lichter fällt um ebensoweit vom Ausgangspunkt nach der anderen Seite. Die 3 Lichter stellen das Object dar. Seine Grösse ist die Entfernung von einem Licht bis zur Mitte der beiden anderen. Auf der Cornea erscheint ein Spiegelbild, dessen Grösse mit dem Ophthalmometer gemessen wird.

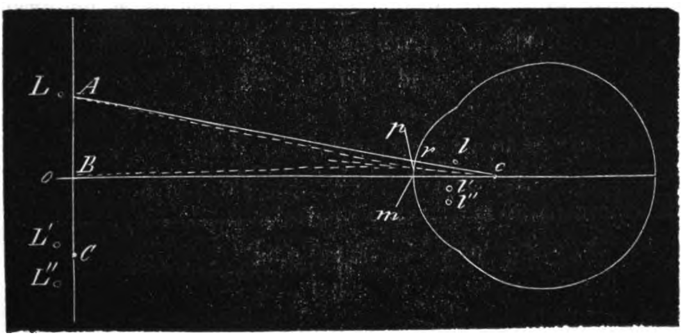
Den Radius findet man nach der bekannten Formel

$$r = \frac{2a}{b} \cdot \beta$$

worin β die Bild- und b die Objectgrösse bedeutet und a die Entfernung des Objectes von spiegelnder Fläche darstellt. Je grösser a gewählt wurde, desto kleiner ist der kleine Fehler, welcher daraus resultirt, dass die Grösse des Radius gegenüber a vernachlässigt wird.

Angenommen, der Abstand a betrage 2600 Mm. bei einer Objectgrösse von 1000 Mm., so wird ein Strahl, der von dem Endpunkte des Objects ausgeht, mit der Hornhautaxe einen Winkel von 10° 51′ einschliessen.

Fig. 10.



Es ist dieses aus beistehender Figur ersichtlich, AC ist das 1000 Mm. grosse Object, dargestellt durch die 3 Lichter L, L′ und L″. Bm ist die Entfernung vom

Auge, B ist der Ausgangspunkt (durch ihn geht die verlängerte Hornhautaxe). Hinter B in o befindet sich das Auge des Beobachters. In c befindet sich das Krümmungscentrum des Scheitels der Cornea. Nun ist

$$\frac{A\,B}{B\,m + m\,c} = \text{tg}\,A\,c\,B,$$

oder da m c gegen B m vernachlässigt werden darf,

$$\frac{500}{2600} = \text{tg}\,A\,c\,B$$

$$\sphericalangle\,A\,c\,B = 10^{0}\,51'.$$

Das Bild des Lichtes L wird in l liegen. Welcher Punkt der spiegelnden Oberfläche ist es, welcher Strahlen die von L ausgehend ihn treffen, so reflectirt, dass sie in das in o befindliche Auge des Beobachters fallen?

Stellte die Hornhaut eine sphärische Fläche dar, so würde der verlängerte Radius in dem spiegelnden Punkt p den Winkel A p B halbiren. p wird in der Mitte von r und m liegen. Der Winkel r c m beträgt 10° 51', der Winkel p c m daher 5° 25' 30''.

Da aber die Hornhaut keine sphärische Fläche ist, so wird die Lage des spiegelnden Punktes p dadurch eine andere sein. Der spiegelnde Punkt wird dem Scheitel etwas näher liegen, doch ist diese Differenz sehr klein.

Indem der spiegelnde Punkt etwas von dem Scheitelpunkt der Cornea entfernt liegt, die Cornea aber ellipsoidisch ist, so hat der spiegelnde Punkt, wie dieses mit den Eigenschaften der Ellipse zusammenhängt, einen etwas grösseren Krümmungsradius als der Scheitelpunkt. Die Differenzen sind hier aber so klein, dass man — und mit vollem Recht — auch hier kein Bedenken trägt, die dem Scheitelpunkt nächst benachbarte Partie als nach gleichem Radius gekrümmt zu betrachten.

Bei der obigen Auseinandersetzung war nur immer von Bewegungen in der Horizontalen und der Drehpunktsbestimmung für solche Bewegungen die Rede. Soll

der Drehpunkt für Vertical-Bewegungen oder bei gesenkter oder erhobener Blickebene bestimmt werden, so braucht man dem Apparat nur die der Blickebene entsprechende Anordnung zu geben. Ich behalte mir vor, auf diese Bestimmungen später zurückzukommen; an dieser Stelle kam es mir vorzugsweise auf die Darlegung des den Messungen zu Grunde liegenden Princips an, welches seine Anwendung finden soll in allen Fällen von beschränkter Beweglichkeit (also bei der Mehrzahl der höhergradig myopischen Augen), die die Bestimmung mittelst der einfachen Donders-Doijer'schen Methode nicht gestatten. Werden in Fällen beschränkter Beweglichkeit 2 Fäden statt eines gespannt und die Bestimmung demgemäss, wie oben auseinandergesetzt worden, modificirt, so ist die Anwendung des der Donders-Doijer'schen Methode (mit einem Faden) zu Grunde liegenden Princips nicht streng richtig, der aus dieser Ungenauigkeit entspringende Fehler ist zu gross, als dass er vernachlässigt werden dürfte. — Der Methode, aus der Verschiebung eines Cornealreflexbildes bei Bewegungen des Auges die Lage des Drehpunktes zu bestimmen, lässt sich eine einfache Anordnung geben, dass die Ellipticität der Cornea auf die Lage resp. die Verschiebung des Reflexes keinen Einfluss geltend machen kann. Indem ich eine Anzahl Drehpunktsbestimmungen anfüge, welche nach dem im Obigen erörterten Principe (bei Bewegungen in der Horizontalen) genommen wurden, erwähne ich, dass die ersten Bestimmungen in dem physiologischen Institut des Herrn Prof. von Vierordt gemacht wurden, welcher mir freundlichst die Räume seines Institutes zur Verfügung stellte, wofür ich ihm an dieser Stelle Dank sage. — Zu ganz besonderem Danke fühle ich mich auch Herrn Prof. von Reusch gegenüber verpflichtet, welcher mich bei der Construction der Apparate sehr wesentlich unterstützte, welcher Unter-

stützung ich danke, dass diese die für die Messung nöthige Genauigkeit haben.

I. Bestimmung.

Herr stud. N.

M. $\frac{1}{7,5}$

Pupillendistanz 2″ 6‴.

Bei stark seitlichem Blick Langbau äusserlich erkennbar. — Sehschärfe $\frac{15}{20}$. — Vordere Kammer tief. — Pupillen weit. — Mit dem Augenspiegel Refraction bestimmt, nahezu gleicher Grad der Myopie gefunden. An beiden Augen nach aussen von der Papille grosse Coni, am rechten Auge etwas weniger gross als am linken.

Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie nach der Donders'schen Methode bestimmt = 1,78° (Mittel aus 10 Bestimmungen).

Durchmesser der Basis corneae = 12,0 Mm. (Mittel aus 10 Bestimmungen).

Verschiebung des Reflexbildes bei Drehung des Auges um 10° = 1,74 Mm. (Mittel aus 10 Bestimmungen, 5 bei Drehung der Platten nach rechts, 5 bei Drehung der Platten nach links. Grösste Differenz innerhalb der Reihe = 1,9°). Krümmungsradius im Scheitel = 7,74 Mm. x = Abstand des Drehpunktes von dem Krümmungsmittelpunkt des Scheitels:

$$\frac{1,74}{x + \frac{r}{2}} = \sin 10^{0}$$

$$x + \frac{r}{2} = 10,02 \text{ Mm.}$$

Abstand des Drehpunktes von dem Hornhautscheitel = x + r = 13,89 Mm.

Bei der Bestimmung am rechten Auge wurde so verfahren, dass bei der Primärstellung das Haar das

Reflexbild genau deckte. War nach ausgeführter Drehung das Reflexbild seitlich verschoben (zum Haar), so wurden die Platten des Ophthalmometers solange gedreht, bis das erste Hornhautreflexbild mit dem zweiten Haar sich deckte. Bei Rückkehr in die Primärstellung musste dann, wenn keine Kopfbewegung stattgefunden hatte, hinter je einem verdoppelten Haar ein Reflexbild stehen.

Nachdem auf diese Weise am rechten Auge sehr genau der Drehpunkt bestimmt war, hatte ich in dieser genauen Bestimmung eine annähernde Controle für den Grad der Genauigkeit der Messung am linken Auge, an dem die Verschiebung des Reflexbildes nach der Donders'schen Angabe gemessen wurde. Beide Augen hatten gleiche Grade von Myopie und somit war wohl die Annahme berechtigt, dass in beiden Augen der Drehpunkt annähernd gleich weit hinter dem Scheitel lag. Deckte das vertical gespannte Haar das Reflexbild der Cornea bei der Primärstellung nicht, sondern lag letzteres etwas zur Seite, so wurden nach ausgeführter Bewegung die Ophthalmometerplatten so lange gedreht, bis das erste Reflexbild vom zweiten Haar um die gleiche Entfernung abstand, wie das Reflexbild von dem Haar in der Primärstellung. Bewegte sich das Auge einige Mal aus der Primärstellung um 10° und dann wieder zurück in die Primärstellung (indem das Tischchen vom Nullpunkt um 10° verschoben und dann wieder auf den Nullpunkt gebracht wurde), so konnte in der That eine etwaige Kopfbewegung sofort erkannt und corrigirt werden.

Es ergaben sich hierbei folgende Werthe:

II. Bestimmung.

Herr stud. N.

Linkes Auge M. $\frac{1}{7,5}$.

Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie $= 2{,}2^\circ$ (Mittel aus 2 Bestimmungen).

Durchmesser der Basis corneae = 11,9 Mm. (Mittel aus 2 Bestimmungen).

Verschiebung des Reflexbildes bei Drehung um $10^\circ = 1{,}799$ Mm. (Mittel aus 8 Bestimmungen).

$x + \frac{r}{2} = 10{,}365$. Radius im Scheitel = 7,74 gesetzt.

Abstand des Drehpunktes vom Scheitel $= x + r = 14{,}235$. Wenn auch die Differenz über $\frac{3}{10}$ Mm. beträgt gegenüber dem anderen Auge, so hatte ich bei Ausführung der Messungen doch die Ueberzeugung gewonnen, dass sich leicht die nöthige Fertigkeit im genauen Einstellen erlangen lässt. Ein sehr grosser Vortheil ist das bei weitem raschere Messen, umsomehr, da der Untersuchte häufig ungeduldig wird, wenn immer und immer wieder die Messung wiederholt werden muss. Bei den folgenden Bestimmungen habe ich daher vielfach diese leichtere Einstellung benutzt.

III. Bestimmung.

Herr stud. phil. v. W., 20 Jahr alt, aus Bern.

$Hm = \frac{1}{40}$.

S mit freiem Auge binoculär $\frac{15}{12}$;

„ „ rechts . $\frac{15}{12}$; mit $+ 40\ \frac{15}{12}$

„ „ links . . $\frac{15}{15}$; mit $+ 50\ \frac{15}{15}$.

binoculär No. 1 (J.) in 21″—4″

rechtes Auge: No. 1 (J.) in 21″—4½″

linkes Auge: No. 1 (J.) in 20—4″.

Herr W., dessen Sehschärfe, wie aus den mitgetheilten Sehproben ersichtlich, eine sehr hohe ist, klagt neben anderem über eine eigenthümliche Störung in der Farbenwahrnehmung. Diese näher zu untersuchen, schlug ich Herrn W. vor, der als Physiker Interesse an der Sache hatte, Spectralfarben mit dem Ophthalmometer zu mischen. Das Princip ist ungemein einfach. Das grösste Object, welches mit dem mir zur Verfügung stehenden Ophthalmometer gut gemessen werden kann, beträgt gegen 7 Mm. — Verschafft man sich nun ein etwa 6 bis 7 Mm. grosses Spectrum, was durch eine entsprechende Linse leicht zu bewerkstelligen ist, und betrachtet man dieses jetzt durch das Ophthalmometer, so sieht man dasselbe einfach, wenn die Platten parallel zu einander stehen, doppelt, wenn sie gegen einander gedreht werden. Durch Drehung der Platten lassen sich die 2 Spectren beliebig gegen einander verschieben und somit Theile des einen Spectrums mit Bestandtheilen des anderen zur Deckung bringen.

Statt des kleinen Spectrums lassen sich auch grössere verwenden. Durch passende Vorrichtungen muss man nur kleine Theile zweier grösserer Spectren so nahe zusammenbringen, dass man sie durch Drehung der Ophthalmometerplatten über einander verschieben kann. An anderer Stelle werde ich darauf zurückkommen*).

Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie = 5°. Breite der Basis corneae = 11,0 Mm. Verschiebung des Reflexbildes bei Drehung um 10° = 1,52 Mm. (Mittel aus 6 Bestimmungen. Grösste Differenz innerhalb der Reihe = 2,1°).

*) Ich hatte vorstehende Arbeit abgeschlossen, als ich von Herrn Prof. Nagel erfuhr, dass von Mandelstamm (Arch. f. Ophthal. XIII. 2. S. 399.) und später auch von Dobrowolsky ein ähnliches Verfahren in Helmholtz's Laboratorium angewendet worden ist, um den Grad der Empfindlichkeit der Netzhaut für verschiedene Farbentöne des Sonnenspectrums zu prüfen.

$$\frac{1{,}52}{x + \frac{r}{2}} = \sin 10^{\circ}$$

$$x + \frac{r}{2} = 8{,}7735 \text{ Mm.}$$

Radius im Scheitel = 7,3 Mm. Abstand des Drehpunktes von dem Hornhautscheitel = 12,4235.

An demselben Auge bestimmte ich jetzt nach dem von Donders und Doijer angewandten Princip den Drehpunktsabstand und fand 12,52. Um zu sehen, ob hierbei leichter und ausgiebigere Kopfbewegungen eintreten, gab ich der Bestimmung folgende Anordnung.

Befand sich das Auge in der Primärstellung, so wurde ein Licht in die verlängerte Hornhautaxe gebracht; auch das Spiegelbild lag dann auf der Hornhautaxe. Nun wurde das vertical gespannte Haar mittelst der Micrometerschraube vor das Reflexbild gebracht und ein Visirzeichen auf dem aus dem Drehpunkt beschriebenen Gradbogen so lange verschoben, bis das Haar gerade vor den Cornealrand zu stehen kam. Wurde dann das Visirzeichen an die ursprüngliche Stelle zurück gebracht, so musste, wenn keine Kopfbewegung stattgefunden hatte, das Haar das Reflexbild wieder decken. Dies war in der That unter einer Anzahl Bestimmungen auch mehrmals der Fall. Herr W. wusste, worauf es ankam und vermied auch bei stark seitlichem Blick die Mitbewegung des Kopfes. Anders verhält es sich im nächsten Fall. Hier traten fast stets mit stark seitlicher Blickrichtung Bewegungen des Kopfes ein. Bei der Art und Weise, wie Donders und Doijer die Bestimmung ausführen, wird allerdings der Einfluss von Kopfbewegungen einigermassen verhütet.

IV. Bestimmung.

Herr S., Küfer, 30 Jahr alt, aus Gommeringen.

Linkes Auge: mit freiem Auge $S = \frac{15}{15}$; mit + 80 $\frac{15}{15}$.

Rechtes Auge: (traumat. Mydriasis) mit freiem Auge

$$S = \frac{15}{20}; \text{ mit } + 80 \ \frac{15}{20}.$$

Rechtes Auge: No. 1 (J.) in 38 bis 16 Cm.
Linkes Auge: No. 1 (J.) in 49 bis 10 Cm.
Nahepunkt mit Fadenoptometer bestimmt.
Rechtes Auge: $16^1/_2$ Cm.*).
Linkes Auge: $10^1/_2$ Cm.

Rechtes Auge: Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie = $5^1/_2{}^\circ$. Durchmesser der Basis corneae = 10,9 Mm. Bei Drehung des Auges um 10° aus der Primärstellung erleidet das Reflexbild eine Verschiebung von 1,59 Mm. (Drehung der Platten des Ophthalmometers = 23°,17. Mittel aus 5 Messungen. Grösste Differenz innerhalb der Reihe der beobachteten Drehungswerthe = 1,2°.)

$$x + \frac{r}{2} = 9{,}35.$$

Radius im Hornhautscheitel = 7,5. Abstand des Drehpunktes von dem Hornhautscheitel = 13,1 Mm.

Nach der Donders-Doijer'schen Methode wurde 12,849 Mm. erhalten.

V. Bestimmung.

Eduard N., 16 Jahr alt, Gärtner aus Göttelfingen.

Linkes Auge: mit freiem Auge $S = \frac{15}{15}$; mit + 36 $\frac{15}{15}$.

---

*) Auf mehrmaliges Einträufeln von Calabar wird am rechten Auge Pupille enger und Nahepunkt rückt auf $18^1/_2$ Cm. heran.

Rechtes Auge: mit freiem Auge $S = \frac{15}{70}$; mit $+ 18\ \frac{15}{40}$.

Stärkere Convexgläser werden von dem rechten Auge nicht angenommen. Mit Cylindergläsern ist eine Verbesserung bis zu $\frac{15}{20}$? zu erzielen.

Linkes Auge. Pupillendistanz = 2″4‴ (Wiener Maass). Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie = $5^1/_4{}^0$. Durchmesser der Hornhautbasis = 11,2 Mm. Verschiebung des Reflexbildes bei einer Drehung des Auges um 10^0 = 1,53 Mm. (Drehung der Ophthalmometerplatten im Mittel = 22,41°. Mittel aus 5 Messungen. Grösste Differenz der Reihe = 1,9°.)

$$x + \frac{r}{2} = 8{,}8.$$

Radius im Hornhautscheitel = 7,2 Mm. Abstand des Drehpunktes von dem Hornhautscheitel = 12,4 Mm.

VI. Bestimmung.

Herr L., stud. phil., 20 Jahr alt.

Linkes Auge: (atropinisirt) M $\frac{1}{5}$. Mässig grosse Sichel nach aussen von der Papille.

Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie = $2^3/_4{}^0$. Durchmesser der Hornhautbasis = 11,4 Mm. Krümmungsradius im Hornhautscheitel = 7,64. Verschiebung des Reflexbildes der Cornea, wenn das Auge eine Drehung um 10^0 ausführte = 1,75 (Mittel aus 10 Ablesungen. Grösste Differenz innerhalb der Reihe 2,2°).

$$x + \frac{r}{2} = 10{,}077.$$

Abstand des Drehpunktes hinter dem Hornhautscheitel = 13,897.

VII. Bestimmung.

Georg G.*), Gymnasiast, 17 Jahr alt, aus Tübingen.

Rechtes Auge. Pupillendistanz = 2'' 5'''. Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie = $5^1/_2{}^{\circ}$. Durchmesser der Hornhautbasis = 11,64 Mm. Radius im Scheitel = 7,6 Mm.

Verschiebung des Reflexbildes der Cornea, wenn das Auge eine Drehung um 10° ausführt = 1,58 Mm. (Drehung der Ophthalmometerplatten = 23,0°, Mittel aus 5 Bestimmungen. Grösste Differenz innerhalb der Reihe 0,7°)

$$x + \frac{r}{2} = 9{,}099.$$

Lage des Drehpunktes hinter dem Hornhautscheitel 12,899.

VIII. und IX. Bestimmung.

Herr S., stud. phil., 22 Jahr, aus England.

S binocul. $\frac{15}{15}$.

S rechtes Auge: mit freiem Auge $\frac{15}{15}$.

S linkes Auge: mit freiem Auge $\frac{15}{30}$.

Convexgläser werden nicht angenommen, an dem linken Auge bessert ein schwaches Concavglas bis zu $\frac{15}{15}$. Mit dem Augenspiegel beiderseits hypermetrop. Einstellung bestimmt. Geringer Astigmatismus. Herr S. hat viel mit feinem Druck zu arbeiten, besonders hebräischer Schrift. Als er später, nachdem er mehrere Tage hinter

*) An anderer Stelle ist dieser Fall von scheinbarer Myopie näher mitgetheilt.

einander angestrengt mit solchem gearbeitet hatte, sich wieder vorstellt, liest er mit dem rechten Auge nur $\frac{15}{20}$, mit dem linken Auge $\frac{15}{30}$?; $\frac{15}{15}$ erhält er erst mit — 40 am rechten Auge, $\frac{15}{20}$ und einzelne Buchstaben von 15 mit — 50 am linken Auge. Mit dem Augenspiegel wie früher hypermetrop. Einstellung.

Eine vorgeschlagene Atropinkur durchzumachen, erlaubt augenblicklich Herrn S. seine Zeit nicht.

Linkes Auge: Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie = 4°. Durchmesser der Hornhautbasis = 11,15. Verschiebung des Cornealreflexes, wenn das Auge um 10° gedreht wird = 1,61 Mm. (Drehung der Ophthalmometerplatten = 23,333°, Mittel aus 5 Bestimmungen. Grösste Differenz innerhalb der Reihe = 1,8°). Radius im Hornhautscheitel = 7,4 Mm.

$$x + \frac{r}{2} = 9{,}2716.$$

Abstand des Drehpunktes vom Hornhautscheitel = 12,97.

Rechtes Auge: Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie = $4^1/_4$°. Verschiebung des Cornealreflexbildes bei Drehung des Auges um 10° = 1,62 Mm. (Mittel aus 4 Bestimmungen. Grösste Differenz innerhalb der Reihe 0,6°).

$$x + \frac{r}{2} = 9{,}3292.$$

Abstand des Drehpunkts vom Hornhautscheitel = 13,03 Mm.

X. Bestimmung.

Herr F., Lehrer, 32 Jahr alt, aus Münzdorf, erhielt vor mehreren Jahren von einem Optiker ein Concav-

glas 9, mit dem Rath, dasselbe sowohl zum Sehen in die Ferne, als auch zum Sehen in die Nähe stets zu tragen. Lange Zeit war Herrn F. dieses (für seine Myopie zu starke) Glas angenehm, bis er im Mai dieses Jahres (1874) bemerkte, dass er mit dem rechten Auge (mit vorgesetztem Glas) nicht mehr so gut lesen konnte wie früher. Ende August machte er die gleiche Wahrnehmung am linken Auge und dieses Schlechtsehen in der Nähe bei vorgesetztem Concavglas nahm zu. Weiter giebt Herr F., der sich ängstlich beobachtet zu haben scheint, an, im Mai habe er im Spiegel eine Erweiterung der Pupille des rechten, beziehungsweise später im August des linken Auges bemerkt.

Bei der am 24. November 1874 vorgenommenen Sehprüfung sieht er

linkes Auge: mit freiem Auge $S = \frac{15}{200}$; mit — 11 $\frac{15}{20}$, selbst einzelne Buchstaben von 15,

rechtes Auge: mit freiem Auge $S = \frac{15}{200}$; mit — 11 $\frac{15}{20}$ bis $\frac{15}{15}$?

binoc. No. 1 (J.) in 13″ — 5½″
rechtes Auge: No. 1 (J.) in 12¼″ — 5¾″
linkes Auge: No. 1 (J.) in 12¾″ — 6¾″.

Als die Sehstörung im Mai anfing, hatte er keine Schmerzen. Solche kamen erst später — besonders in der Nacht — und hatten ihren Sitz in der Stirn. Für das Auftreten der Schmerzen soll ohne Bedeutung gewesen sein, ob Herr F. sich lange anhaltend mit Arbeit in der Nähe beschäftigt hatte. Ohne Brille sah er dem Grad seiner Myopie entsprechend in der Nähe vollständig gut. Er entschloss sich aber nicht — aus unverständlichen Gründen — beim Sehen in die Nähe die Brille abzulegen.

Links reagirt die Pupille träge, rechts bleibt sie auf Lichteinfall unbeweglich.

Mit dem Augenspiegel untersucht, ergeben sich die Medien rein. Refraction vielleicht etwas geringer myopisch, als es dem Grad, der durch Gläser gefunden wurde, entspricht. Grenzen der Papille verwischt, namentlich nach innen. An dieser Stelle sind die Gefässe leicht geschlängelt. An die Papille schliesst sich keine Sichel an.

Aus der Anamnese wäre noch einer syphilit. Ansteckung vor 4 Jahren zu erwähnen. Nach einem ulcus penis sollen bald darauf Drüsen angeschwollen sein und etwas später auch ein fleckiger Ausschlag auf der Brust sich gezeigt haben. Später habe sich niemals mehr eine als syphilitisch zu deutende Affection gezeigt.

Gegen die Mydriasis wurde Electricität und Calabar ohne Erfolg versucht.

Wurde das Verhalten der Pupille am rechten Auge näher untersucht, so zeigte sich Folgendes: Auf Lichteinfall, selbst auf das durch ein Convexglas gesammelte, bleibt die Pupille vollständig unverändert; bei accommodativer Anstrengung erfolgt eine geringe Verengerung; eine sehr auffallende Verengerung tritt constant bei Bewegungen des Auges nach aussen ein. Um bei der Bewegung nach aussen eine accommodative Anstrengung auszuschliessen, wird ein in grosser Entfernung vor dem Auge befindliches Object seitlich verschoben und das Auge angewiesen, demselben mit dem Blick zu folgen*). Gesichtsfeld normal. Farbenempfindung gut.

---

*) Eine abnorme Verbindung zwischen Abducens und Oculomotorius ist von verschiedenen Seiten anatomisch nachgewiesen Merkel im Graefe-Sämisch'schen Handbuch I. 1, S. 129). Vielleicht besteht in vorliegendem Fall eine derartige abnorme Verbindung. Eine accommodative Anstrengung war mit der bei Bewegung nach aussen eintretenden Pupillenverengerung nicht verbunden.

Es besteht geringe Insufficienz der Interni.

Es werden versuchsweise Strychnininjectionen gemacht, um zu sehen, ob damit eine Reaction in der Pupille erfolgt —, doch ohne Erfolg.

Nachdem die Augen atropinisirt sind,

wird mit freiem Auge rechts / links $\left.\right\} \frac{15}{200}$

gesehen.

Rechtes Auge: mit — 12 $S = \frac{15}{15}$; combin. mit Convexcylinder 36, Axe horizontal, Buchstaben von 12.

Linkes Auge: mit — 11 $S = \frac{15}{15}$; combin. mit Convexcylinder 30, Axe horizontal, Buchstaben von 12. Die Pupillendistanz ist etwas grösser als gewöhnlich.

Die Augen zeigen nicht das gewöhnliche Aussehen myopischer Augen. Die Bulbi scheinen sehr klein; bei seitlicher Blickrichtung fällt die rasch abfallende Krümmung nach hinten auf. Die vordere Kammer ist eng.

Rechtes Auge: Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie = $2^1/_4{}^\circ$. Durchmesser der Hornhautbasis = 9,9 Mm. Krümmungsradius im Scheitel = 6,76 Mm.*)

Im III. Bd., 1. Abth., S. 363 dies. Archivs theilt v. Graefe Beobachtungen mit über bei Bewegung nach aussen eintretende Pupillenverengerung an Augen, deren Oculomotorius gelähmt ist. Er hält es für möglich, dass in solchen Fällen bei erhaltener peripherer Reizbarkeit der Oculomotoriusfasern durch die Rotation des Bulbus (bei Contraction des normal fungirenden Abducens) mechanisch ein Contractionsimpuls bedingt werde. Mit einer solchen Deutung in Einklang stehend sah v. Graefe in einem jener Fälle bei Contraction des Trochlearis gleichfalls eine Pupillenverengerung angedeutet.

*) Am folgenden Tage wurden der Controle wegen die Bestimmungen wiederholt. Als Mittel aus 6 Bestimmungen wurde für den Krümmungsradius 6,72 Mm. gefunden.

(Mittel aus 4 Bestimmungen). Verschiebung des Reflexbildes der Cornea bei einer Drehung des Auges um 8° = 1,25 Mm.

Aus der Grösse dieser Verschiebung bei bekanntem Krümmungsradius berechnet sich der Abstand des Drehpunktes hinter Hornhautscheitel = 12,36 Mm.

Vor allem muss hier der kleine Krümmungsradius der Hornhaut auffallen*). Nimmt man die enge vordere Kammer hinzu und die Kleinheit des Bulbus im Ganzen, so dürfte man wohl berechtigt sein, den vorliegenden Fall von Myopie als eine Myopie bedingt durch stärkere Krümmung anzusehen. Dafür spricht auch die Lage des Drehpunktes.

Der Uebersichtlichkeit halber sind die mitgetheilten 10 Drehpunktsbestimmungen in folgender Tabelle zusammengestellt (s. S. 181).

Ich füge hier noch 2 Drehpunktsbestimmungen an, welche in den letzten Tagen an 2 hochgradig myopischen Augen mit beschränkter Beweglichkeit ausgeführt wurden. Der Drehpunkt lag in einem Fall $\left(M \frac{1}{2^1/_2}\right)$ 14,241 Mm., im anderen $\left(M \frac{1}{5^1/_2}\right)$ 14,8 Mm. hinter dem Hornhautscheitel.

Vergleicht man die in der Tabelle enthaltenen Werthe mit den von Donders angegebenen Mittelwerthen, so erscheinen die gefundenen Werthe im Ganzen etwas kleiner. Bei der kleinen Zahl der Bestimmungen ist daraus nichts zu folgern, um so weniger, als innerhalb der Donders'schen Bestimmungsreihen für dieselbe

*) Wird der Brechungsindex der Cornea = 1,3365 gesetzt, so erhält man für diese Cornea eine Brennweite in Luft = 20,08, eine Brennweite in Humor aqueus = 26,91, während im schematischen Auge die vordere Brennweite = 23,69, die hintere = 31,69 gesetzt ist. (Donders, die Anomalien der Refraction und Accommodation, S. 58).

Ordnungsnummer.	Namen.	Auge.	Refraction.	Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie.	Breite der Hornhautbasis.	Radius im Hornhautscheitel in Mm.	Abstand des Drehpunktes von dem Hornhautscheitel in Mm. aus der Verschiebung des Cornealreflexes bei Drehung des Auges um eine bestimmte Anzahl Grade.	nach der Donders-Doijer'schen Methode.
1.	Herr H.	R.	M $\frac{1}{7,5}$	1,78°	12	7,74	13,89	—
2.	„	L.	M $\frac{1}{7,5}$	2,2°	11,9	—	14,235	—
3.	Herr v. W.	R.	Hm $\frac{1}{50}$	5°	11,0	7,3	12,4235	12,52
4.	Herr S.	R.	Hm $\frac{1}{80}$	5,5°	10,9	7,5	13,1	12,849
5.	Herr N.	L.	Hm $\frac{1}{36}$	5,25°	11,2	7,2	12,4	—
6.	Herr L.	L.	M $\frac{1}{5}$	2,75°	11,4	7,64	13,897	—
7.	Herr G.	R.	E	5,5°	11,64	7,6	12,899	—
8.	Herr S.	L.	H	4,25°	11,15	7,4	13,03	—
9.	Herr S.	R.	„	4,0°	—	—	12,97	—
10.	Herr F.	R.	M $\frac{1}{11}$	2,25°	9,9	6,76	12,36	—

Refractionsanomalie ziemlich grosse Differenzen sich zeigen.

Als Mittelwerthe giebt Donders an:

für das emmetropische Auge: . . 13,45 Mm.
„ „ myopische Auge: . . . 14,52 Mm.
„ „ hypermetropische Auge: 13,22 Mm.

Innerhalb der Reihe der Bestimmungen für 15 emmetropische Augen beträgt die grösste Differenz 1,01 Mm., für 12 hypermetropische Augen 2,35 und für 17 myopische 2,89 Mm. Diese grossen Differenzen innerhalb der Reihen für Ametropie erklären sich hauptsächlich daraus, dass die Lage des Drehpunktes im Grossen und Ganzen mit dem Grad der Refractionsanomalie zusammenhängt, so dass der Drehpunkt im hochgradig myopischen Auge im Allgemeinen weiter nach hinten liegt, dem entsprechend, dass bekanntlich die Myopie in den meisten Fällen auf Axenverlängerung beruht. Zum anderen Theil hängen aber diese Differenzen davon ab, ob man es mit einem durch Axenverlängerung oder durch stärkere Krümmung myopischen Auge zu thun hat. In der Reihe von Donders und Doijer befinden sich zwei Augen mit Myopie $\frac{1}{6^1/_4}$. Als Abstand des Drehpunktes von der Hornhautbasis wurde bei dem einen 10,58, für denselben Abstand am anderen 12,37 gefunden*). Es liegt nahe, hier wie auch in Bestimmung 10 an die erwähnte Verschiedenheit zu denken.

Zum Schluss nehme ich Gelegenheit meinem geehrten Lehrer, Herrn Prof. C. Eckhard in Giessen, für die Freundlichkeit, womit er mir sein Ophthalmometer geliehen hat — sowie auch Herrn Prof. Nagel für die Er-

*) Arch. für holländ. Beiträge. Bd. III. S. 271.

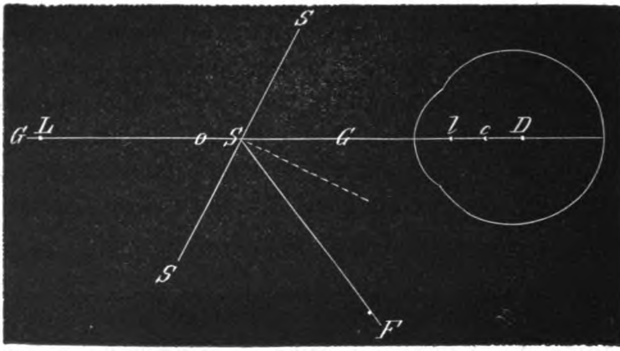
laubniss der Benutzung der Krankenprotokolle meinen besten Dank auszusprechen.

Wenn auch nicht direct zum Gegenstand gehörend, so doch eng mit ihm zusammenhängend ist die Verwendung des Cornealreflexes zur Entscheidung über den Sitz einer Trübung im Auge. Um so lieber gehe ich mit wenigen Worten auf diesen Gegenstand ein, als ich von ihm bei der vorliegenden Arbeit ausgegangen bin.

In dem vortrefflichen Lehrbuch der Ophthalmoskopie von Mauthner heisst es hierüber (S. 155): „bei dem Beginn des Versuchs liegen Hornhautreflex und Drehpunkt in der Verlängerung der Gesichtslinie des Beobachters. Geht das Auge aus der ursprünglichen Stellung heraus, so bleiben 2 Punkte im Raume unbeweglich, bleiben auf derselben Linie liegen, der Hornhautreflex und der Drehpunkt nämlich. Eine Trübung, die im Drehpunkt ihren Sitz hat, bleibt bei allen Bewegungen des Auges vom Hornhautreflex gedeckt. Alle übrigen Opacitäten weichen hierbei zur Seite und zwar entfernen sich die vor dem Drehpunkt gelegenen vom Hornhautreflex nach jener Richtung, nach der das Auge geht, die hinter dem Drehpunkt lagernden dagegen nach der entgegengesetzten Seite."

Wenn G G (siehe Figur 11 auf der folgenden Seite) die Gesichtslinie des Beobachters, dessen Auge sich in o befindet, darstellt und in L das Bild der in F stehenden Flamme liegt und zwar, wenn S S ein Planspiegel ist, ebenso weit hinter dem Spiegel, wie F vor dem Spiegel — dann wird das Cornealbild l mit dem Drehpunkt D dann gleichzeitig in der Gesichtslinie G G liegen, wenn die Hornhautachse des untersuchten Auges in die Gesichtslinie G G des Beobachters fällt.

Fig. 11.



Führt das Auge des Untersuchten eine Bewegung aus bei sonst gleich bleibenden Verhältnissen, so wird nur der Punkt D auf der Linie G G bleiben, der Krümmungsmittelpunkt der sphärisch angenommenen Cornea wird sich im Sinn der Drehung als vor dem Drehpunkt liegend nach c′ (Fig. 12) bewegen. Das Reflex-

Fig. 12.

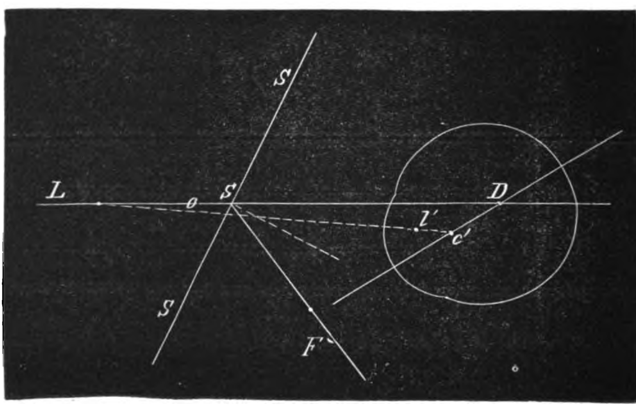


bild liegt jetzt auf der Verbindungslinie von L mit c' etwa in l'.

Eine Opacität im Drehpunkt wird jetzt nicht mehr von dem Reflexbild gedeckt sein, wohl aber wird dieses der Fall sein für eine Trübung, die an der Stelle des Krümmungsmittelpunktes der Cornea ihren Sitz hat.

Hierbei ist aber zweierlei zu bemerken, erstens dass die Cornea sphärisch angenommen ist bei der vorstehenden Betrachtung und dann — dass unter dieser Annahme die Betrachtung absolut genau richtig nur dann ist, wenn das Auge des Beobachters sich in L oder doch wenigstens sehr nahe bei L befindet.

Das eben Gesagte dürfte in Betracht kommen für das, was Mauthner (l. c., S. 156) weiter unten angiebt. „Der hintere Kapselstaar wird von dem Hornhautreflex bei Bewegungen des Auges nicht gedeckt bleiben können. Ist dies letztere der Fall, wie es nicht selten in Fällen von Chorioiditis und Retinitis pigmentosa bei derartigen Trübungen, welche in der Nähe des hinteren Linsenpols zu liegen scheinen, geschieht, so sind wir genöthigt, den Sitz derselben in den Glaskörper zu verlegen."

Nach der obigen Auseinandersetzung ist hierzu kein zwingender Grund vorhanden.

. Sobald ich mir über die hier in Betracht kommenden Verhältnisse klar war, erkannte ich die Möglichkeit, aus der Verschiebung des Reflexes der Cornea bei einer bestimmten Drehung des Auges die Lage des Drehpunktes zu ermitteln. In Weiterverfolgung hiervon fand ich von Junge dieses Princip verwendet

— auch von Donders (selbstständig ohne Kenntniss der Junge'schen Arbeit) angewandt, aber wieder verlassen wegen des einen Fehler bedingenden Einflusses, den die Ellipticität der Cornea auf die Verschiebung ausübt. Wie gezeigt, lässt sich aber der letztere leicht vermeiden.

Tübingen, Dezember 1874.

Polyopia monocularis an einem Auge, dessen Hornhaut abnorm gekrümmt ist (ein dem Keratoconus entgegengesetztes Verhalten zeigt).

Von

Dr. med. Leopold Weiss.

Wie die Untersuchungen von Senff*), Kohlrausch**) und Helmholtz***) gezeigt haben, ist die Hornhaut nicht sphärisch gekrümmt, sondern kann dieselbe annähernd als Stück eines Ellipsoids angesehen werden, dessen grosse Axe durch die Mitte der Hornhaut geht. Spätere Untersuchungen haben weiter ergeben, dass die Krümmung im vertikalen Meridian eine andere ist, als die im horizontalen. Das Ellipsoid ist demzufolge nicht ein Umdrehungsellipsoid, sondern ein dreiaxiges.

Man leitet alle diese Folgerungen bezüglich der Form der Cornea ab aus dem Verhalten der Reflexbilder der einen Convexspiegel darstellenden Hornhaut. Das Bild, welches ein Convexspiegel von einem Gegenstand bestimmter Grösse liefert, ist um so kleiner, je kleiner

---

*) R. Wagner's Handwörterb. d. Phys., Bd. III., S. 290.
**) Isis, 1840, S. 886.
***) Arch. f. Ophth. Bd. 1, Abth. 2, S. 21.

der Krümmungsradius ist. Wäre die Hornhaut sphärisch gekrümmt, so würden alle Theile derselben gleichgrosse Bilder liefern. Dem ist aber nicht so: das Bild in der Mitte ist kleiner als das in der Peripherie. Je mehr die spiegelnde Stelle von der Hornhautmitte entfernt liegt, desto grösser wird das Reflexbild.

Als von diesem gewöhnlichen Verhalten abweichend, dürfte die Mittheilung eines Falles von Interesse sein, der in der Klinik des Herrn Prof. Nagel, mit dessen freundlicher Erlaubniss ich denselben hier mittheile, zur Beobachtung kam und in dem die Cornea eine dem Gewöhnlichen gerade entgegengesetzte Form zeigt. Die mittleren Partien sind es hier, welche nach grossem Radius, die seitlichen, welche nach kleinerem Radius gekrümmt sind. Die Differenz in der Grösse der Radien von Mitte und Peripherie ist dabei eine ungewöhnlich grosse.

Dieses abnorme Verhalten in der Krümmung der Cornea gewinnt an Interesse, da man wohl berechtigt ist, aus ihm die Störungen im Sehen abzuleiten, über welche im vorliegenden Fall geklagt wird.

Lina F., 19 Jahr alt, klagt über Schlechtsehen in der Nähe wie in der Ferne. Schon von Jugend an habe sie nicht ganz gut gesehen, doch sei das Sehen erst seit 4 Jahren in dem Grade schlecht wie es jetzt der Fall ist. Angeblich in Folge von andauernder Arbeit in der Nähe, die ihr schwer gefallen sei, hätten sich damals die Augen entzündet. Leichte Trübungen im oberen Theil der Cornea beiderseits sind wohl als Residuen der damaligen Affection zu betrachten, da früher und später niemals sonst das Auge krank gewesen sein soll. Die Oberfläche der beiden Corneae ist vollständig glatt, überall gut spiegelnd; nirgends auch nur eine Andeutung von Facettenbildung in Folge der vorausgegangenen Ent-

zündung. Die Augen sind klein, nach hinten rasch in ihrer Krümmung abfallend. Vordere Kammer eng. Pupillen eng, prompt reagirend. Mit freiem Auge wird rechts Snellen 200 auf 15 Fuss, links auf 3 Fuss gelesen. Mit convex 6 liest das rechte Auge $\frac{15}{40}$(?); wird das Convexglas mit Convex-cyl. 16, Axe vertical, combinirt, so werden selbst einzelne Buchstaben von 30 gelesen. Das linke Auge liest mit Convex 4 $\frac{15}{70}$(?); mit + 4, combin. mit Convex-cyl. 20, Axe vert. $\frac{15}{50}$(?).

In der Nähe liest das
rechte Auge: No. 15 (J.) in circa 7"
linke Auge: No. 20 (J.) in circa 7"
rechte Auge: mit + 5 No. 1 (J.) in $6\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$"
linke Auge: mit + 3 No. 1 (J.) in circa 4".

Häufig sieht Patientin einen Gegenstand nicht einfach sondern mehrfach. Statt eines Lichtes wird mit dem linken Auge oft ein Licht in der Mitte gesehen und um dieses herum eine ganze Menge Lichter in einem Kreis. Auch mit dem rechten Auge sieht sie oft doppelt, auch dreifach.

Nachdem das Auge atropinisirt ist, ergiebt sich ein noch etwas höherer Grad von H, etwa $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4\frac{1}{2}}$. Die Polyopie soll jetzt störender und deutlicher sein. Bezüglich derselben werden jetzt — was das rechte Auge*) anlangt — folgende Angaben gemacht. Wird ein Gegenstand aus einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ bis gegen 3 Fuss be-

*) Wenn im Weiteren nur von dem Verhalten am rechten Auge die Rede sein wird, so geschieht dies, weil an dem linken Auge — um es hier schon zu erwähnen — vollständig unregelmässiger Astigmatismus besteht, während am rechten Auge in Form der Cornea sowohl als auch in den Erscheinungen des Doppelt-

trachtet, so erscheint er doppelt, in grösserem Abstand dreifach. Werden auf 15' die Buchstaben der Snellenschen Probetafel gelesen, so erscheint dem freien Auge der oberste Buchstabe dreifach, statt eines M wird z. B.

M

M M*)

gesehen. Der eine Buchstabe steht gerade über dem anderen, der andere neben ihm. Wird dem Auge ein schmaler Spalt vorgesetzt, so sieht es nur 2 Buchstaben und zwar neben einander, wenn der Spalt horizontal, über einander, wenn der Spalt vertical steht. Befindet sich der Spalt in einer Zwischenstellung, so stehen auch die Buchstaben schräg zu einander.

Auffallend sind die Angaben, welche in Bezug auf den Einfluss vorgesetzter Convexgläser gemacht werden. Schwache Convexgläser bessern das Sehen etwas, von convex 28, resp. 24 an aufwärts sollen Convexgläser verschlechtern. Kommt man zu sehr starken Nummern (von convex 7, resp. 6 an), so wird bedeutend besser gesehen. Dieses auffallende Verhalten wurde mehrere Tage hintereinander controlirt und im Grossen und Ganzen bestätigt gefunden.

Was die Polyopie bei vorgesetzten Gläsern anlangt, so wird bei schwachen Convexgläsern angegeben, dass wie auch mit freiem Auge dreifach gesehen wird, bei sehr starken dagegen einfach. Bei vorgesetztem wie immer gerichteten Spalt soll auch mit einem schwachen Convexglas einfach gesehen werden.

Beim Lesen sieht das rechte Auge (entsprechend dem oben Gesagten, dass in geringem Abstand doppelt gesehen wird) die Zeilen doppelt und zwar

---

resp. Mehrfach-Sehens eine gewisse Regelmässigkeit nicht zu verkennen ist.

*) In dieser Anordnung zeichnet Patientin die Buchstaben.

über einander. Wie oben erwähnt, wurden über einander stehende Doppelbilder gesehen, wenn der Spalt vertical vor dem Auge stand, wenn also mit dem verticalen Meridian gesehen wurde. Der Befund beim Lesen entspricht dem ganz, denn, wie das Netzhautbild von Horizontallinien durch den Verticalmeridian des Auges zu Stande kommt, so verhält es sich wohl auch mit dem Bilde der horizontalen Schriftzeile. Ungewöhnlich ist der Befund der Augenspiegeluntersuchung. Wird das rechte Auge mit dem lichtschwachen (Jäger'schen) Spiegel durchleuchtet, so erscheint die Pupille nicht gleichmässig hell erleuchtet, sondern im Centrum etwas weniger hell, nach der Peripherie allmälig heller werdend. Bei Bewegungen des Auges ist aus der parallact. Verschiebung der centralen dunkleren Partie leicht zu constatiren, dass der Grund dieser Erscheinung in der Cornea zu suchen ist. Es muss dieselbe, da keine der weniger hell erscheinenden Partie entsprechende Trübung in der Hornhaut vorhanden ist, ihren Grund darin haben, dass Strahlen, welche vom erleuchteten Augenhintergrund ausgehen, bei ihrem Austritt aus dem Auge in den mittleren Partien der Hornhaut eine andere Brechung erleiden als in der Peripherie. Diese Verschiedenheit in der Brechung könnte durch zweierlei bedingt sein: entweder ist der Brechungsindex in den mittleren Partien ein anderer gegenüber den peripheren — wobei daran zu denken ist, ob vielleicht durch die früher stattgehabte Cornealaffection nicht Veränderungen im Gewebe der Hornhaut vor sich gegangen sein könnten, mit Veränderung des Brechungsindex — oder es ist Mitte und Peripherie nach wesentlich verschiedenem Radius gekrümmt.

Aus den weiter unten folgenden Bestimmungen der Krümmungsradien an verschiedenen Stellen der Cornea ist ersichtlich, dass die Krümmungsradien der mittleren und peripheren Partien ungewöhnlich von einander ver-

schieden sind und es dürfte diese Verschiedenheit der Krümmungsradien genügen, die Affection zu erklären.

Im umgekehrten Bild sieht man eine grosse Papille und normale Verhältnisse des Augenhintergrundes. Sehr in die Augen fallend ist, dass, wenn man die Papille betrachtet, und Untersucher oder Untersuchte leichte Bewegungen machen, die Papille an einzelnen wechselnden Stellen unregelmässig wird, Ausbuchtungen und Einziehungen einzelner grösserer Abschnitte zeigt. Im aufrechten Bild sehe ich $\left(M \frac{1}{10}\right)$, dem ungewöhnlich hohen Grad der H entsprechend, noch mit convex 12, resp. 10 ein deutliches Bild vom Augenhintergrund. Die Papille erscheint ungemein klein, fast so klein, wie beim aphakischen Auge. Am Augenhintergrund nichts Abnormes. Bei kleinen Bewegungen, so dass man jetzt durch einen anderen Theil des dioptrischen Apparates des untersuchten Auges sieht, gelingt es leicht, einen Theil der Papille in stärkerer Vergrösserung zu sehen. Dieser in stärkerer Vergrösserung erscheinende Sector der Papille ist in seinen Contouren nicht scharf, die Gefässe auf ihm sind undeutlich in ihrer Zeichnung. Bei oft wiederholter Untersuchung erhielt ich aber die Gewissheit, dass es sich hier in der That um ein zweites Bild der Papille handele, indem ich öfters bei langsamem Hin- und Herbewegen des Kopfes sehen konnte, wie mit dem Verschwinden des grösseren Bildes eines Abschnittes der Papille die Gefässe des betreffenden Abschnittes sich zu einander verschoben.

Ebenso wie die Untersuchte von den Gegenständen im Aussenraum durch abnorme Brechung in dem dioptrischen Apparate ihres Auges statt eines Bildes mehrere Bilder erhält, ebenso bewirkt derselbe dioptr. Apparat, dass der Untersucher beim Augenspiegeln nicht einfach, sondern mehrfach sieht. Dass gerade an der

Papille dieses Verhalten am deutlichsten sich zeigt, rührt eben daher, dass diese der markirteste Theil des ophthalmoscopischen Bildes ist.

An dem linken Auge besteht vollständig unregelmässiger Astigmatismus. Bei Durchleuchten des Auges erscheint bald diese, bald jene Stelle der Pupille heller resp. dunkler, wenn das Auge bewegt wird. Auch hier bekommt die Papille, wenn im umgekehrten Bild untersucht wird und der Kopf kleine Bewegungen macht, wie an dem rechten Auge, Ausbuchtungen und Einziehungen kleinerer oder grösserer Abschnitte — doch gelingt es nicht, im aufrechten Bild einen ganzen Abschnitt der Papille in stärkerer Vergrösserung zu sehen.

Bei der Bestimmung der Krümmungsradien der Hornhaut in dem horizontalen Meridian mittelst des Ophthalmometers wurde zunächst auf die bekannte Weise*) die Mitte der Cornea aufgesucht und für diese Stelle der Krümmungsradius ermittelt. Bei dieser Gelegenheit erhielt man den Durchmesser der Basis corneae und annähernd den Winkel zwischen Hornhautaxe und Gesichtslinie. Ersterer betrug 10,66 Mm., letzterer $5^1/_4°$. Aus 10 Bestimmungen (5 bei Drehung der Ophthalmometerplatten nach rechts, 5 bei Drehung der Platten nach links) wurde als Mittel für die Grösse des Spiegelbildes 1,65 Mm. gefunden. Die Grösse des zur Spiegelung kommenden Objects betrug 460 Mm. und der Abstand des Objectes von der spiegelnden Fläche 1200 Mm. Daraus erhält man nach der Formel $r = \frac{2a.\beta}{b}$, worin r den Krümmungsradius der spiegelnden Fläche, b die

*) Helmholtz, Arch. f. Ophth. Bd. I, Abth. 2, S. 22 und Donders, die Anomalien der Refraction und Accommodation, Deutsch von Becker, S. 158.

Grösse des Objectes und a die Entfernung des Objectes von der spiegelnden Fläche und β die Bildgrösse bedeutet — einen Krümmungsradius von 8,6 Mm.

Wird das Fixationszeichen jetzt auf einem ungefähr aus dem Drehpunkt des untersuchten Auges beschriebenen Gradbogen um 20° verschoben, so führt das untersuchte Auge, indem es dem Fixationszeichen folgt, eine Bewegung von gleichfalls 20 Graden aus. Es spiegelt jetzt eine periphere Stelle der Hornhaut. Das Spiegelbild erscheint jetzt merklich kleiner. Seine Grösse beträgt im Mittel aus 10 Bestimmungen 1,34 Mm., a und b sind gleich geblieben, es berechnet sich darnach r = 7,0 Mm.

Der Controle wegen wurden diese Bestimmungen wiederholt und auch noch die Radien der Stellen bestimmt, welche spiegelten, wenn das Auge eine Drehung um 5°, resp. 10° nach rechts und links ausgeführt hatte.

Die folgende Tabelle enthält die gefundenen Werthe:

Tabelle I.

		Merkmal	Wert
Radius eines peripheren Theiles der Cornea, welcher zur Spiegelung kommt, wenn das Auge eine Drehung ausführt um 5°.	nach links: d. i. im gegebenen Fall ungefähr die Stelle, in der die Gesichtslinie die Hornhaut schneidet.	Die Zahl der gefundenen Grade entspricht in Mm. ausgedrückt	1,715
		Grösste Differenz innnerhalb der Reihe	0,9°
		Anzahl der Bestimmungen	5
		Grösse des Krümmungsradius	8,94
	nach rechts:	Die Anzahl der gefundenen Grade entspricht in Mm. ausgedrückt	1,48
		Grösste Differenz innerhalb der Reihe	1,4°
		Anzahl der Bestimmungen	7
		Grösse des Spiegelbildes in Graden der Drehung der Ophthalmometerplatten ausgedrückt. (Drehung der Platten nach rechts)	21,9°
		Grösse des Krümmungsradius	7,724
Die Anzahl der gefundenen Grade entspricht einer Grösse in Mm. ausgedrückt			1,62
Grösste Differenz innerhalb der Reihe			0,95°
Anzahl der Bestimmungen. (Drehung der Platten nach rechts)			5
Grösse des Spiegelbildes in Graden ausgedrückt, um wie viel die Ophthalmometerplatten gedreht werden mussten, bis das Bild verdoppelt war			23,6°
Radius im Hornhautscheitel			8,46

Wenn eine Drehung um 20⁰ ausgeführt wurde	nach links:	Anzahl der gefundenen Grade in Mm.	1,35
		Grösste Differenz etc.	1⁰
		Anzahl der Bestimmungen. (Drehung nach rechts)	5
		Grösse des Spiegelbildes in Graden	20,1⁰
		Grösse des Krümmungsradius in Mm.	7,098
	nach rechts:	Anzahl der gefundenen Grade entspricht in Mm.	1,33
		Grösste Differenz innerhalb der Reihe	1⁰
		Anzahl der Bestimmungen. (Drehung nach rechts)	5⁰
		Grösse des Spiegelbildes in Graden	19,7⁰
		Grösse des Krümmungsradius	6,94
Wenn eine Drehung um 10⁰ ausgeführt wurde	nach links:	Anzahl der gefundenen Grade entspricht in Mm.	1,41
		Grösste Differenz innerhalb der Reihe	0,8⁰
		Anzahl der Bestimmungen. (Drehung nach rechts)	7
		Grösse des Spiegelbildes in Graden	20,8⁰
		Grösse des Krümmungsradius in Mm.	7,36
	nach rechts:	Anzahl der gefundenen Grade der Drehung entspricht in Mm.	1,64
		Grösste Differenz innerhalb der Reihe	0,9⁰
		Anzahl der Bestimmungen. (Drehung der Platten nach rechts)	10
		Grösse des Spiegelbildes in Graden	23,88⁰
		Grösse des Krümmungsradius	8,356

a betrug bei allen Bestimmungen 1200 Mm., b 460 Mm.

Erwähnen will ich noch besonders, dass, wenn das Fixationszeichen langsam auf dem erwähnten Gradbogen verschoben wurde und damit das Auge aus der Primärstellung herausging, somit mehr oder weniger periphere Stellen spiegelten, das Reflexbild nach der Peripherie hin stetig und gleichmässig kleiner wurde; an keiner Stelle war ein plötzliches Kleiner- resp. Grösserwerden zu constatiren.

Die in Tabelle I enthaltenen Werthe beziehen sich nur auf verschiedene Theile des horizontalen Meridians. In gleicher Weise wie für diesen auch für andere, insbesondere den vertikalen, die Krümmungsradien zu bestimmen, dazu fehlten mir die nöthigen Vorrichtungen.

An dem linken Auge wurde nur das eine constatirt, dass auch hier die centralen Partien schwächer gekrümmt sind als die peripheren.

Eine gewisse — wenn man so sagen darf — Regelmässigkeit in der Unregelmässigkeit der Krümmung ist in den in der Tabelle enthaltenen Zahlen eher zu erkennen, wenn diese übersichtlich zusammen gestellt sind.

Führt das Auge eine Drehung aus:	so spiegelt eine Stelle der Hornhaut, deren Radius beträgt:
um 20° nach rechts	6,94 Mm.
um 10° nach rechts	8,356 „
um 5° nach rechts (es spiegelt hierbei ungefähr die Stelle der Hornhaut, in welcher sie von der Gesichtslinie geschnitten wird)	8,94 „
für die Mitte der Hornhaut . .	8,46 „
Führt das Auge eine Drehung aus:	
um 5° nach links	7,724 „
um 10° nach links	7,36 „
um 20° nach links	7,098 „

Die Stelle, welche den grössten Krümmungsradius besitzt, ist die, in der die Gesichtslinie die Hornhaut schneidet. Von dieser wird nach beiden Seiten der Krümmungsradius kleiner; nach der einen Seite etwas rascher als nach der anderen. Die sehr peripherisch gleichweit vom Centrum gelegenen Theile der Hornhaut sind dabei auf beiden Seiten annähernd gleich gekrümmt. Der Drehpunkt in dem untersuchten Auge liegt 12,35 Mm. hinter der Hornhautmitte*).

Die gefundene bedeutende Differenz der Krümmungsradien vom Centrum (in der Gesichtslinie r = 8,9 Mm.) und Peripherie (r = 7 Mm) fällt um so mehr auf, wenn man damit das Verhalten an normal gebauten Augen vergleicht. Zu dem Zweck wurden an 2 E, 1 H und 2 M die Krümmungsradien in der Hornhautmitte gemessen und dann von peripheren Stellen, welche spiegelten, wenn das Auge um 20° gedreht worden war.

Die folgende Tabelle enthält die gefundenen Werthe:

---

*) Die Lage desselben wurde ermittelt aus der Verschiebung eines Cornealreflexbildes, welche erfolgt, wenn das Auge ausgehend von der Primärlage (d. i. der Stellung, bei welcher die der Annahme nach durch die Mitte der Hornhaut gehende Hornhautaxe in die Ophthalmometeraxe fällt) eine Bewegung um eine bestimmte Anzahl Grade ausführt. So betrug hier, wenn das Auge um 10° gedreht wird, die Verschiebung, mit dem Ophthalmometer bestimmt, 1,38 Mm. — wenn das zur Spiegelung kommende Licht immer in der verlängerten Hornhautaxe blieb. Bei dieser Anordnung spiegelt stets eine ganz nahe der Hornhautmitte gelegene Partie. Die Ellipticität der Hornhaut bedingt mithin keinen Fehler. Näheres über diese Art der Bestimmung in einer vor Kurzem beendigten Arbeit. (Vergl. dieses Heft S. 132 ff.)

Tabelle II.

Namen.	Refraction.	Breite der Hornhaut in Mm.	Winkel zwischen Hornhautachse u. Gesichtslinie (nach der Donders'schen Methode).	Radius im Hornhautscheitel.	Anzahl der Bestimmungen.	Grösste Differenz innerhalb der Reihe.	Radius eines peripheren Theiles der Cornea, welcher zur Spiegelung kommt, nachdem das Auge eine Drehung von 20° ausgeführt hat nach rechts:			nach links:			Lage des Drehpunktes hinter dem Hornhautscheitel in Mm.
							Grösse des Radius in Mm.	Anzahl der Bestimmungen.	Grösste Differenz innerhalb d. Reihe.	Grösse des Radius in Mm.	Anzahl der Bestimmungen	Grösste Differenz innerhalb d. Reihe.	
Herr S., stud. med., 21 J., aus Darmstadt.	E	11,8	5¼°	7,5	5 (10 Ablesungen)	0,4°	7,88	5	0,3°	7,8	3	0,5°	—
Herr W., Schmied aus Reutlingen, 26 J.	E	10,8	4¼°	7,35	4	0,4°	7,57	5	0,9°	7,6	3	0,2°	—
Regine G., 12 J., aus Reichenbach.	H $\frac{1}{50}$ (atrop.)	11,34	4½°	7,4	5	0,3°	7,647	5	1,0°	7,588	5	0,6°	—
Herr M., stud. phil., 22 J., aus Jever.	M $\frac{1}{24}$	11,0	4½°	7,5	5	0,5°	7,8	5	0,5°	7,86	5	0,9°	—
Frl. E., 18 J., aus Ebingen.	M $\frac{1}{2½}$	11,4	2¼°	7,52	10	0,8°	7,7	10	1,2°	7,71	3	0,4°	14,241

Wie man aus dieser Tabelle sieht, nehmen gegen die Peripherie hin die Krümmungsradien zu, doch beträgt die Differenz, welche im näher mitgetheilten Falle gegen 2 Mm. beträgt, an den untersuchten normalen Augen nur einige Zehntel eines Millimeters.

Der Einfluss auf die Brechung, den es hat, dass Peripherie und Mitte der Hornhaut nach so wesentlich verschiedenen Radien gekrümmt sind, — wird ersichtlich, wenn man die Brennweiten für die mittleren und peripheren Theile der Hornhaut berechnet. Setzt man den Brechungsindex für Centrum und Peripherie gleich und nach Helmholtz = 1,3365, so erhält man für die Partien, deren Radius 8,6 Mm. beträgt, (ungefähr dem Centrum entsprechend)

eine Brennweite in Luft . . = 25,557
" " " hum. aq. = 34,157

dagegen für die, deren Radius 7 Mm. beträgt

eine Brennweite in Luft . . = 20,8
" " " hum. aq. = 27,8.

Was die Polyopie im vorliegenden Falle anlangt, so wird es nach dem Befunde der Cornealkrümmung mehr als wahrscheinlich, dass dieselbe dadurch bedingt ist, dass die verschiedenen Theile des dioptrischen Apparates verschiedene Refractionszustände repräsentiren. Diese Verschiedenheit ist in erster Linie durch die abnorm gekrümmte Cornea bedingt, deren periphere Theile nach einem so sehr verschiedenen Krümmungsradius gekrümmt sind gegenüber den centralen. Ob auch noch die Linse mit in Betracht kommt, muss dahingestellt bleiben.

Damit, dass im vorstehenden Fall das Hauptgewicht auf die Brechung in der Hornhaut gelegt wird, soll aber keineswegs die Bedeutung der Linse für das Zustandekommen von Polyopie in Frage gestellt sein.

In vielen Fällen von monocularer Polyopie ist sicher

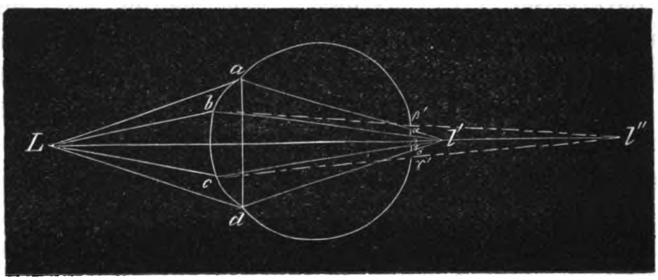
der Grund hierfür in der Linse zu suchen. Der geschichtete Bau derselben, wobei von Schichte zu Schichte der Brechungsindex nach dem Centrum zunimmt, bedingt bekanntlich, dass der Totalbrechungsindex der Linse grösser ist als der der stärkst brechenden Schichte. Nun passiren centrale Strahlen bei ihrem Durchgang durch die Linse sämmtliche Schichten, während Randstrahlen weniger Schichten passiren und dazu noch Schichten von geringerem Brechungsvermögen. Bei nur hinlänglich weiter Pupille wird dadurch eine Verschiedenheit in der Brechung für centrale und Randstrahlen an jedem Auge bestehen.

Unter den verschiedenen Refractionszuständen, welche das eine Auge in seinen verschiedenen Theilen repräsentirt, sind 2 bevorzugt; der eine ist der, welcher eine geringe Verbesserung durch Vorsetzen schwacher Convexgläser erhält (schwach hypermetrop. ist), der andere (vorherrschende) der, welcher durch starke Convexgläser eine sehr namhafte Verbesserung erhält (hochgrad. hypermetr.). Mittelstarke Convexgläser sind für die eine Einstellung zu stark, für die andere nicht genügend, daher die bei ihnen angegebene Verschlechterung.

Wird mit freiem (atropinisirten) Auge gesehen, so entsteht kein scharfes Bild auf der Netzhaut, Strahlen, welche in den stärkst brechenden peripheren Theilen eine Brechung erleiden, werden, da auch diese eine — wenn auch geringe — hypermetropische Einstellung repräsentiren, in einiger Entfernung hinter der Netzhaut zum Bild vereinigt; solche, die durch die noch schwächer brechenden mittleren Partien gehen, noch weiter hinter der Retina. Auf der Netzhaut entstehen dadurch Zerstreuungsfiguren, die sich zum Theil decken. Soweit die Deckung statthat, ist die Retina heller erleuchtet und diese hellere Beleuchtung einzelner Stellen in dem diffus

weniger hell erleuchteten Netzhautbezirk bewirkt das Mehrfachsehen.

Das Verhalten der sich zum Theil deckenden Zerstreuungsbilder ist leicht ersichtlich, wenn man nach dem Vorgang von A. Fick*) für die verschieden brechenden Theile eines Meridians den Gang der Lichtstrahlen construirt. — Kein Theil des dioptr. Apparates darf hierbei der Voraussetzung nach eingestellt sein, wenn Mehrfachsehen auftreten soll in Folge von Discontinuitäten der Zerstreuungsbilder. Dieser Voraussetzung wird in unserem Fall Genüge geleistet, denn im atropinisirten Auge vermögen selbst die stärkst brechenden peripheren Theile nicht, von Gegenständen, die sich vor dem Auge befinden, ein Bild auf der Netzhaut zu entwerfen.



Stellt a b c d einen Durchschnitt durch die Cornea dar, so werden von L ausgehende Strahlen in den stärker gekrümmten peripheren Hornhautpartien a b und c d eine solche Brechung erleiden, dass sie sich in dem hinter der Netzhaut gelegenen Punkt l' schneiden würden. Auf

*) Das Mehrfachsehen mit einem Auge von Dr. A. Fick in Zürich, Separatabdr. aus Henle u. Pf. Arch.

der Netzhaut entstehen 2 Zerstreuungsbilder, 2 erleuchtete kleine Strecken $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$. Für die Gesammtheit sämmtlicher Meridiane entsteht auf der Netzhaut ein erleuchteter Ring. — Von L ausgehende Strahlen, welche durch die schwächer brechende Mitte b c gehen, würden erst in dem Punkt l'' zu einem Bild vereinigt werden. In Folge davon entsteht auf der Netzhaut ein Zerstreuungsbild — für sämmtliche Meridiane ein Zerstreuungskreis, dessen Durchmesser $\beta' \gamma'$ ist. Die Strecken $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ werden dadurch doppelt erleuchtet.

Diese Construction lässt sich für sämmtliche Meridiane durchführen und demnach sollten zahlreiche ringförmig angeordnete Bilder gesehen werden. Wenn dem entgegen nur 3 Bilder wahrgenommen werden, die dem horizontalen und vertikalen Meridian in ihrer Stellung entsprechen, so kann der Versuch, dieses Verhalten zu erklären, nicht gemacht werden, da die hierzu nöthigen Messungen der Krümmung der anderen Meridiane als der horizontalen fehlen. Man muss annehmen, dass bei den Zwischenmeridianen ein compensirender Einfluss besteht.

Zum Schluss sei erwähnt, dass die von verschiedener Einstellung einzelner Theile des Auges abhängigen Erscheinungen, die sich beim Sehen und auch bei der Untersuchung mit dem Augenspiegel bemerklich machen, zum öfteren beim Keratokonus beobachtet werden*); und somit gewinnt der oben mitgetheilte Fall an Interesse, als ähnliche Erscheinungen hier an einem Auge sich finden, dessen Hornhaut eine dem Keratokonus entgegengesetzte

---

*) Die bei der Polyopia monocularis in Betracht kommenden Verhältnisse bespricht übersichtlich H. Knapp, Kl. Mtsbl. 64, S. 304. Ueber die Diagnose des irregul. Astigmatismus.

Form hat. — Ob diese Formanomalie angeboren oder unter dem Einfluss der vor mehreren Jahren bestandenen Hornhautaffection erworben ist, muss dahingestellt bleiben; der allmälige, eine gewisse Regelmässigkeit zeigende Uebergang von der schwach gekrümmten Mitte zur stärker gekrümmten Peripherie scheint für ersteres zu sprechen.

Zur Raddrehung.

II. Mittheilung.

Von

Dr. W. Schoen,
Privatdocent in Leipzig.

In meiner ersten Abhandlung im XX. Bd. dieses Archivs habe ich elementar darzustellen versucht, in welcher Weise die Verziehung der Nachbilder bei Projection derselben auf eine in dem Fixationspunkte der Primärstellung tangirende Fläche zu Stande kommt. Weiter bemühte ich mich, die Grösse der Drehung um die Gesichtslinie (die Raddrehung) elementar zu bestimmen, die das Auge erfährt, sobald es eine Diagonalstellung einnimmt, und die Verschiedenheit in Grösse und Richtung der Raddrehung, je nachdem man das Auge auf die eine oder andere Weise in die Diagonalstellung gelangen lässt. Man kann die Verhältnisse noch einfacher darstellen, als dies von mir a. a. O. geschehen ist, auch war in meiner ersten Darstellung ein Irrthum enthalten.

O sei der Drehpunkt des Auges (s. umstehende Figur),

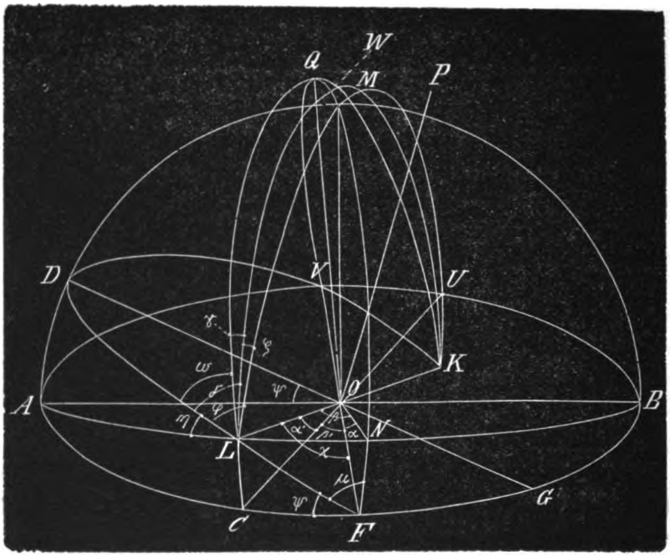
F der Mittelpunkt der Hornhaut,

O F die Gesichtslinie der Primärstellung,

F M der verticale Meridian,

A V B F die Visirebene,

V Q M F die verticale, sagittale Meridianebene (Hauptschnitt),



A M B die quere verticale Meridianebene (Hauptschnitt),

A B ist die horizontale quere Axe,

O M die verticale Axe,

V O F die horizontale Axe der Gesichtslinie,

O L sei die verlangte Diagonalstellung der Gesichtslinie.

Nach dem Listing'schen Gesetz würde O F in die Lage O L gelangen durch eine einzige Drehung um eine feste Axe und zwar stellt diese letztere eine Linie dar, welche im Drehpunkte O senkrecht steht auf der Gesichtslinie in ihrer Lage in der Primärstellung und in der Diagonalstellung. Legen wir also durch O L und O F die Ebene O F L D V K und errichten in O auf der-

selben die Senkrechte O P, so ist O P die Listing'sche Axe. Lassen wir um O P eine Drehung von der Grösse $\sphericalangle$ F O L = $\sphericalangle\, \chi$ erfolgen, so verläuft O F als Radius vector in der Ebene O F L D; F L verschiebt sich in sich selbst. Ebenso verschiebt sich der $\sphericalangle$ D F M = μ längs F D und die Stellung, welche der verticale Meridian F M einnimmt, sobald er nach L gelangt (angenommen, sie entspreche der Lage von L W) ist offenbar dadurch charakterisirt, dass der $\sphericalangle$, den der Meridian mit D L bildet, der $\sphericalangle$ D L W = δ, gleich sein muss dem $\sphericalangle$ D F M = μ, also $\sphericalangle\, \delta = \sphericalangle\, \mu$.

Ziehen wir noch den Meridian M L C und bezeichnen den $\sphericalangle$ M L D mit φ, den Winkel D F A mit ψ, so ist im

sphär. $\triangle$ D L M ($\sphericalangle$ D = 90°)

$$\sin DL = \operatorname{tg} DM \cdot \cot L$$

$$\sin (90 - \chi) = \operatorname{tg} (90 - \psi) \cot \varphi$$

$$\cot \varphi = \frac{\cos \chi}{\operatorname{cotg} \psi} = \cos \chi \operatorname{tg} \psi = \cos \chi \operatorname{cotg} \mu.$$

Bezeichnen wir W L M mit ζ, so ist

$$\zeta = \varphi - \delta = \varphi - \mu \text{ also } \varphi = \zeta + \mu \text{ mithin}$$

$$\cot (\zeta + \mu) = \cos \chi \operatorname{cotg} \mu.$$

Diese Formel wollen wir vorläufig nicht weiter entwickeln. Durch sie wird der Winkel ζ bestimmt, um welchen thatsächlich der verticale Meridian des Auges in der Diagonalstellung von der Vertikalen abweicht und zwar mit seinem vom Centrum des Blickfeldes am weitesten entfernten Ende nach der Richtung der Blickbewegung zu, also mit seinem oberen Ende, in den beiden oberen Quadranten, mit dem unteren in den unteren Quadranten. Ausserdem kann F nach L noch auf folgende Weisen gelangen. Nach Helmholtz:

I. Drehung um A B, um die horizontale Axe.

O F nach O N, O M nach O Q,
O Q senkrecht auf A L N B. Der verticale Meridian

verschiebt sich in sich selbst von M F nach Q N. ∢ F O N bezeichnen wir mit α (Erhebungswinkel).

II. Drehung um O Q.

O N nach O L. ∢ L O N sei mit β (Seitendrehungswinkel) bezeichnet.

Der verticale Meridian Q N kommt jetzt nach Q L.

Diese Lage entspricht nicht der des Listing'schen Gesetzes, sondern weicht um den ∢ Q L W $= \gamma$ von derselben ab.

Wir bezeichnen ∢ D L A mit η und D L Q mit ω. Im sphär. △ A D L (∢ D $= 90^0$)

$$\sin DL = \operatorname{tg} DA \cot L$$
$$\sin (90 - \chi) = \operatorname{tg} \psi \cot \eta$$
$$\cot \eta = \cos \chi \operatorname{cotg} \psi = \cos \chi \operatorname{tg} \mu$$
$$\sphericalangle QLA = 90^0$$
$$\sphericalangle \omega = 90 - \eta$$
$$\sphericalangle \gamma = \delta - \omega = \mu - 90 + \eta$$
$$\eta = 90 + \gamma - \mu$$
$$\cot \eta = \cot [90 - (\mu - \gamma)] = \cos \chi \cot \psi$$
$$\operatorname{tg} (\mu - \gamma) = \cos \chi \operatorname{tg} \mu.$$

Diese Formel lässt sich, wie ich Bd. XX, 2. Abth. S. 177 ausführlich gezeigt habe, durch Umgestaltung und Einsetzung von α und β für χ und μ

[$\cos \chi = \cos \alpha \cos \beta$ und $\sin \alpha = \cot \mu \operatorname{tg} \beta$ oder

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha \cos \beta}$$

(beide Formeln ergeben sich aus dem sphär. △ L N F)] überführen in die Helmholtz'sche Formel

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \beta \sin \alpha}{\cos \alpha + \cos \beta}$$

in welcher γ durch Seitendrehungs- und Erhebungswinkel ausgedrückt ist.

Nachdem also die beiden ersten Drehungen nach Helmholtz erfolgt sind, ist noch nothwendig eine

III. Drehung um O L (resp. K O L), die Gesichtslinie,

in der Weise, dass der Meridian L Q nach L W gelangt oder der grösste Kreis L Q K nach L W K, also eine Drehung um einen $\sphericalangle \gamma$, von der Richtung der Blickbewegung fort.

Endlich nach Fick kommt F nach L durch

I. Drehung um O M, die feste verticale Axe.

O F geht nach O C, O B nach O G, $\sphericalangle$ F O C sei bezeichnet mit β_1 (longitudo).

M F geht nach M C.

II. Drehung um O G die bewegte horizontale Axe, C geht nach L.

$\sphericalangle$ C O L sei gleich $\sphericalangle \alpha_1$ (latitudo); der verticale Meridian verschiebt sich in sich selbst.

Die Listing'sche Stellung ist noch nicht erreicht, dazu ist nöthig eine

III. Drehung um L O K, die Gesichtslinie, im Betrage des $\sphericalangle$ M L W $= \zeta$, so dass M L in die Lage von Q L gelangt.

Für ζ haben wir schon oben die Gleichung gefunden

$$\cot(\zeta + \mu) = \cos\chi \cot\mu$$

$$\frac{\cot\zeta \cot\mu - 1}{\cot\zeta + \cot\mu} = \cos\chi \cot\mu$$

$$\cot\zeta \cot\mu - 1 = \cos\chi \cot\mu (\cot\zeta + \cot\mu)$$

$$\cot\zeta (\cot\mu - \cos\chi \cot\mu) = \cos\chi \cot^2\mu + 1$$

$$\cot\zeta = \frac{\cos\chi \cot^2\mu + 1}{\cot\mu (1 - \cos\chi)} = \frac{\cos\chi \operatorname{tg}^2\psi + 1}{\operatorname{tg}\psi (1 - \cos\chi)}$$

Nun ist

$$\cos\chi = \cos\alpha_1 \cos\beta_1$$

$$\sin\beta_1 = \operatorname{tg}\alpha_1 \cot\psi$$

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\sin \beta_1} = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1 \sin \beta_1}$$

Setzt man diese Werthe ein, so ist

$$\cot \zeta = \frac{1 + \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \dfrac{\sin^2 \alpha_1}{\cos^2 \alpha_1 \sin^2 \beta_1}}{\dfrac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1 \sin \beta_1} (1 - \cos \alpha_1 \cos \beta_1)}$$

$$\cot \zeta = \frac{\sin^2 \beta_1 \cos \alpha_1 + \sin^2 \alpha_1 \cos \beta_1}{\sin \alpha_1 \sin \beta_1 (1 - \cos \alpha_1 \cos \beta_1)}$$

$$\cot \zeta = \frac{\cos \alpha_1 (1 - \cos^2 \beta_1) + \cos \beta_1 (1 - \cos^2 \alpha_1)}{\sin \alpha_1 \sin \beta_1 (1 - \cos \alpha_1 \cos \beta_1)}$$

$$\cot \zeta = \frac{\cos \alpha_1 + \cos \beta_1 (1 - \cos \alpha_1 \cos \beta_1)}{\sin \alpha_1 \sin \beta_1 (1 - \cos \alpha_1 \cos \beta_1)}$$

$$\operatorname{tg} \zeta = \frac{\sin \alpha_1 \sin \beta_1}{\cos \alpha_1 + \cos \beta_1}$$

Wir haben also zwei ganz analoge Formeln, durch die gleiche Art der Entwicklung erhalten.

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \alpha \sin \beta}{\cos \alpha + \cos \beta} \text{ (Helmholtz) . 1}$$

$$\operatorname{tg} \zeta = \frac{\sin \alpha_1 \sin \beta_1}{\cos \alpha_1 + \cos \beta_1} \text{ (Fick) . . . 2}$$

α; β; α_1; β_1; sind durch folgende Gleichungen mit einander verbunden

sph. △ A L C (∢ C = 90) | sph. △ M L N (N = 90)

I. $\sin \alpha_1 = \cos \beta \sin \alpha$

II. $\cos \beta_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 \cot \alpha$

III. $\sin \beta = \cos \alpha_1 \sin \beta_1$.

α_1 ist gegeben durch Formel I, für β_1 findet man die Formel $\operatorname{tg} \beta_1 = \dfrac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha}$.

Denkt man sich die ganze Figur um die Axe F O V um 90° gedreht, so dass A nach M kommt, so sind die beiden Formeln 1 und 2 zu vertauschen, 2 gilt dann für die Helmholtz'sche Raddrehung, 1 für die Fick'sche. In der Figur ist nur auf den verticalen Meridian Rück-

sicht genommen, der nach der eben erwähnten Drehung zum horizontalen würde. Nach dieser Drehung würden die Formeln also zunächst die Raddrehung am horizontalen Meridian erläutern. Es ist dies aber ganz gleichgültig, denn der zwischen verticalem und horizontalem Meridian eingeschlossene Winkel bleibt immer ein rechter, die Drehung des einen Meridians erfolgt also immer im Sinne und Betrage derjenigen des anderen.

γ wird gleich ζ, sobald $\psi = \mu = 45^\circ$ ist.

Wenn man von O aus ein Nachbild von MF, von einer Vertikalen, auf die Innenfläche einer Hohlkugel wirft, so dass F nach L fällt, so kommt also das Nachbild nicht auf LM zu liegen, in welchem Falle es senkrecht erscheinen würde, sondern nach LW. Es ist eine Raddrehung $= \zeta$ erfolgt, die Formel 2 giebt also die Grösse und Rechnung der Raddrehung an, wie sie in Wirklichkeit erscheint.

Sonst sind die beiden Formeln völlig gleichwerthig.

Diese Raddrehung mit dem vom Centrum des Blickfeldes entfernteren Ende des verticalen Meridians nach der Richtung der Blickbewegung zu kommt also auch bei Projection auf die Innenfläche einer Kugel zum Vorschein.

Bei meinen kurzsichtigen Augen ist sie gering und nur in den forcirten Stellungen deutlich. Es entspricht dies mithin einer Abweichung vom Listing'schen Gesetz.

Die Stellung des Nachbildes bei Projection auf eine Fläche habe ich in meiner ersten Abhandlung berechnet.

Werfen wir noch einen Blick auf die Figur, so zeigen die drei grössten Kreise LMK, LWK und LQK die Lage des verticalen Meridians, je nach dem Wege, auf welchem FOV nach LOK gelangt ist. LWK ist die thatsächlich vorhandene, nach Listing'schem Gesetz erreichte Stellung — sie weicht um den $\sphericalangle \zeta$ von

der verticalen ab, wirkliche Raddrehung — LMK ist die Stellung, welche der Meridian einnimmt, sobald zuerst um die verticale Axe gedreht wird, $\sphericalangle \zeta$ drückt hier die Grösse der Drehung aus, welche auf die Axe der Gesichtslinie entfällt, sobald man die Gesammtdrehung zerlegt denkt und auf eine, den drei Dimensionen des Raumes entsprechendes Axensystem bezieht. Dieselbe Bedeutung hat der $\sphericalangle \gamma$ für den Fall, wenn die erste Drehung um die Horizontale erfolgt. Es erhält dann der Meridian durch die zweite Drehung um die Verticale die Stellung LQK. Erst die III. Drehung um den $\sphericalangle \gamma$ bringt LQ in die Lage LW. Diesen Weg verfolgt Helmholtz.

Ich habe einen Apparat construirt, an welchem sich gleichzeitig die Drehungen nach den 3 Methoden von Listing, Helmholtz und Fick ausführen lassen und sich der verticale Meridian gleichzeitig in seinen drei verschiedenen Lagen LQ, LW, LM einstellt. Der Apparat entpricht der Figur und besteht aus drei concentrischen Schichten. An der innersten vollzieht sich die Drehung nach Helmholtz, in der mittleren nach Fick, in der äusseren nach Listing. Einen ähnlichen Apparat hatte ich Gelegenheit bei Herrn Prof. Graefe in Halle zu sehen.

Zwei Fälle von angeborenem Hornhautstaphylom.

Beitrag zur Pathologie des Fötusauges.

Von

Dr. Krükow aus Moskau.

Hierzu Tafel V.

Das Auge ist, so gut wie andere Theile des Organismus, schon zur Zeit seines Intrauterinallebens verschiedenen Krankheiten unterworfen, die dann bei der Geburt aus mehr oder minder deutlichen Spuren des vergangenen Leidens zu erkennen sind. Bereits Sichel und nach ihm v. Graefe (s. Arch. f. Ophth. II, 1, p. 242) haben nicht allein das Vorkommen intrauterin verlaufender Krankheiten des Auges nachgewiesen, sondern auch auf die grosse Bedeutung solcher Krankheiten des Fötusauges für die Lehre von den Missbildungen hingewiesen. Sie befanden sich dabei in voller Uebereinstimmung mit der Pathologie überhaupt. Haben doch unter andern Panum und Gudden bereits den Weg des Experimentes eingeschlagen und durch Störung in der Entwickelung begriffener Organismen nicht nur Missbildungen überhaupt, sondern durch bestimmte Eingriffe immer dieselben Missbildungen hervorgebracht,

Speciell für das Auge hat neuestens Manz (Graefe und Saemisch II, 1, p. 62) sich dahin ausgesprochen, dass unter den angeborenen Anomalien des Auges nicht wenige gar nicht als Bildungsfehler, sondern als Resultat fötaler Augenkrankheiten aufzufassen sind. — Aber auch bei dieser Trennung wird es sich bei den eigentlichen Bildungsfehlern zuletzt auch wieder um die Ursache der Hemmung oder der abnormen Richtung in der Entwickelung handeln.

Bei dieser Sachlage bin ich Herrn Prof. O. Becker zu Dank verpflichtet, dass er mir Gelegenheit gegeben, zwei höchst interessante Augen seiner Sammlung zu untersuchen, die er wegen der Folgen bei der Geburt bereits abgelaufener Entzündungsprocesse hatte enucleiren müssen.

In beiden Fällen handelte es sich um angeborene wahre Narbenstaphylome der Hornhaut. In dem einen Auge war zugleich eine höchst eigenthümliche Iriscyste vorhanden, in dem andern war das Hornhautstaphylom mit Intercalarstaphylom complicirt und fehlte zugleich die Linse, bestand also Aphakia congenita.

Das angeborene Narbenstaphylom der Hornhaut bildet, wie es scheint, einen seltenen Ausgang der relativ häufigen intrauterinen Keratitis. Wenigstens ist die Zahl der in der Literatur beschriebenen Fälle verschwindend klein im Vergleich mit angeborener Trübung der Hornhaut ohne Ektasie, die die Verfasser sehr oft und mit grosser Wahrscheinlichkeit auf Rechnung eines intrauterinalen entzündlichen Leidens setzen.

Was die den unseren mehr oder minder analogen Fälle betrifft, so fand ich in der Literatur nur wenige und will sie hier kurz angeben.

Beer*) erzählt von einem Kinde, das einige Stunden nach der Geburt starb und bei welchem im rechten Auge „ein ziemlich breiter, dicker, röthlicher Streifen, der einem gewöhnlichen Flügelfelle auf das Vollkommenste ähnlich sah," über der Hornhaut lag. Am linken Auge aber waren die Augenlider ihrer ganzen Länge nach zusammengewachsen. Nach ihrer Trennung fand er: „an der Stelle der Hornhaut eine ganz weisse Aufwölbung, die gerade so wie ein Perlenfleck aussah, der nach Entzündung des Auges zuweilen entsteht. Bei der weiteren anatomischen Untersuchung des Auges zeigte es sich, dass Alles verworren untereinander lag und untereinander verwachsen war, so dass ich kein Einziges der inneren Gebilde des Auges erkennen konnte."

Ob aber in diesem Fall ausser anderen Veränderungen auch ein eigentliches Staphyloma vorhanden war, ist schwer zu entscheiden, und wenn einerseits der Ausdruck „weisse Aufwölbung" es nicht unwahrscheinlich macht, so lässt uns andererseits der Umstand, dass Beer selbst im gegebenen Falle die Benennung Staphyloma nicht gebraucht hat, an der Richtigkeit der Voraussetzung zweifeln.

Dass das angeborene Staphyloma der Hornhaut überhaupt früher schon beobachtet wurde, darauf weist folgende Bemerkung von Schön**) hin: „Ich erwähne endlich noch, dass nach einer Nachricht in Froriep's Notizen, No. 407, December 1827, Dr. v. Ammon der Gesellschaft von Naturforschern und Aerzten einen Aufsatz über angeborenes Staphyloma der Hornhaut vorlesen wollte, aber nicht dazu gekommen ist. Da bis jetzt kein ähnlicher Fall bekannt geworden ist, so wäre eine baldige Mittheilung sehr wünschenswerth."

Auch Sonnenmayer***) erwähnt kurz, dass Sichel einen Fall von angeborenem Staphyloma der Hornhaut sah: „es ist gewiss, dass das Auge schon während des

---

*) Beer, das Auge. Wien, p. 57.

**) Schön, Handbuch der pathologischen Anatomie des menschlichen Auges, Hamburg, 1828, p. 68.

***) Sonnenmayer, die Augenkrankheiten der Neugeborenen nach allen ihren Beziehungen etc. Leipzig, 1840, p. 332.

Intrauterinallebens phlogistischen Processen unterworfen ist, ... so berichtete erst kürzlich Herr Prof. Sichel, dass ein Kind mit einem halbzollhohen undurchsichtigen Hornhautstaphylom zur Welt gekommen ist."

Crampton*) endlich macht eine Mittheilung über zwei Brüder, von denen der eine 18, der andere 3 Jahre alt war und die allem Anschein nach mit undurchsichtigen Hornhäuten an den rechten und Staphyloma an den linken Augen geboren sind, doch der Verfasser selbst schenkt bei der Beschreibung dieser Fälle mehr der Undurchsichtigkeit der Hornhäute, als der Vorwölbung seine Aufmerksamkeit.

Das sind die wenigen in der Literatur von mir aufgefundenen Fälle, die mit einiger Wahrscheinlichkeit auf angeborene Narbenstaphylome der Hornhaut bezogen werden können. Wenn trotzdem besonders in der älteren Literatur häufig von angeborenen Staphylomen die Rede ist, so beziehen sich alle diese Fälle auf das sog. Staphyloma corneae pellucidum, die Hyperkeratosis, Cornea globosa etc.

Nachdem ich diese kurzen Bemerkungen vorausgeschickt habe, wende ich mich zu der Beschreibung meiner Fälle.

I. Angeborenes Staphyloma corneae racemosum mit Iriscyste.

Prof. O. Becker sah die Kranke, Susanne Dietz aus Hassloch, zum ersten Mal, als sie 2 Monate alt war. Ihr linkes Auge war ganz gesund, das rechte aber in einem solchen Zustande, dass es mit der Diagnose eines Staphyloma racemosum eingetragen wurde. Das Auge befand sich nach den Angaben der Mutter bei der Ge-

*) Crampton. On congenital opacity of the cornea. London Medical Gazette 1840. Dec. 11, p. 432.

burt in diesem Zustande und litt seitdem an keiner entzündlichen Krankheit. Im Jahre 1872 im Alter von 1½ Jahren wurde das Kind wieder in die Klinik gebracht. — Ein Staphylom von beträchtlicher Grösse mit höckeriger Oberfläche trat etwas aus der Lidspalte hervor; Lichtempfindung war vorhanden, da das Auge einer vor ihm nach allen Richtungen bewegten Kerze folgte. — Am 29. Mai machte Prof. Becker die Enucleatio oc. dextri und nach 8 Tagen wurde die Kranke aus der Klinik entlassen.

Bei der äusseren Untersuchung bietet der sclerale Theil des Auges keine Abweichungen von der Norm; im vorderen Abschnitt aber, an der Stelle der Hornhaut befindet sich ein Staphylom von etwa konischer Gestalt mit höckeriger Oberfläche; von der Hornhaut sind nur hier und da an der Peripherie höchst unbedeutende Spuren vorhanden. Der Durchmesser des Auges von vorn nach hinten (das Staphylom mit inbegriffen) ist = 21½ Mm., von aussen nach innen = 22 Mm.; die Höhe des Staphyloms beträgt ungefähr 5½ Mm. Die Basis entspricht dem Durchmesser der Hornhaut = 10 Mm., das Auge erscheint also von vorn nach hinten etwas abgeplattet.

Schon bei makroscopischer Untersuchung des im horizontalen Meridian durchschnittenen Auges zeigen sich in seinem vorderen Theil ziemlich interessante Abweichungen (s. Fig. 1).

Im staphylomatösen Gewebe befindet sich eine höchst unregelmässige, mit mannigfachen Vertiefungen versehene Höhle, deren Wandungen unregelmässige Umrisse und an verschiedenen Stellen verschiedene Dicke haben. An einigen verdünnen sie sich bis zum ziemlich starken Durchscheinen und ihre Dicke beträgt hier nicht einmal 0,5 Mm. Die Conjunctiva bulbi breitet sich unmittelbar über die Oberfläche des Staphyloms aus, indem sie auf

dem grössten Theil seiner Ausdehung seine äussere Hülle bildet. Die Dicke des Staphyloms sehen wir durch eine Cyste eingenommen, deren innere Fläche ganz glatt ist, deren Wandungen aber theilweise mit den benachbarten Partien zusammengelöthet, theilweise frei sind. Bei der unbedeutenden Vergrösserung mittelst der Loupe ist es unmöglich, überall die Grenze der Wandungen der Cyste selbst und des Staphyloma zu unterscheiden. — Nur die hintere, der Iris zugewandte Wand (Fig. 1, a), ist völlig selbstständig, obgleich auch sie stellenweise mit der letzteren verwachsen ist. Der vordere Theil des Musculus ciliaris ist (auf der Schläfenseite des Auges) (b) in seiner Gestalt verändert; das vordere Ende ist nämlich ausgezogen. Es scheint, als wenn es sich gegen die Wandung der Cyste stemmte und mit ihr zusammengelöthet wäre. Die hier beginnende Iris ist auch eine Strecke weit mit derselben verwachsen, die Ciliarfortsätze sind verzogen. Die Zonula Zinnii ist vom Corpus ciliare abgelöst. Auf der Nasenseite des Auges hat das letztere (c) eine regelmässigere Form und liegt etwas mehr nach hinten, als auf der Schläfenseite. Die hier abgehende Iris verdickt sich ungewöhnlich und in dem dreieckigen Raum, der durch die Iris, durch die noch vorhandene Hornhaut und durch die Wandung der Cyste begrenzt wird, finden sich drei geringere Vertiefungen, die dadurch gebildet sind, dass von der Iris zur Hornhaut Balken gehen. Ueber die innere Fläche der hier noch erhaltenen Hornhaut zieht sich ebenfalls ein Bündel neugebildeten Gewebes. Die Iris liegt, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, nicht an der Linse an; diese hat 6,5 Mm. im Durchmesser und eine Dicke von 3,5 Mm.

Die andere Hälfte des Auges (die obere) zeigt fast dieselben Verhältnisse. Die Verschiedenheit ist so unbedeutend, dass sie keine specielle Beschreibung verdient.

Bei der **mikroscopischen Untersuchung** der Durchschnitte, die in verschiedener Höhe des Staphyloma vorgenommen wurden, ergiebt sich Folgendes. Die Oberfläche des Staphyloma bildet die Conjunctiva, die hierher von der Sclera übergeht. Sie lässt nur ein kleines, nach oben gelegenes Segment der gänzlich erhaltenen Hornhaut unbedeckt. Die Conjunctivalschicht hat nicht überall gleiche Dicke. An einigen Stellen, den seitlichen Flächen des Staphyloma z. B. ist sie bedeutend hypertrophirt, und ihre Dicke erreicht hier 2 Mm. Die oberste Schicht der Conjunctiva (s. Fig. 2, a) bildet das Epithel, darauf folgen die Papillen, deren äussere Fläche mit cylindrischem oder cubischem Epithel bekleidet ist; im Innern von vielen Papillen sieht man ein in der Richtung der Längsaxe sie durchlaufendes Gefässchen. Folglich sind wenigstens ein Theil derselben wahre Papillen. Das Gewebe der Conjunctiva ist reich vascularisirt und stellenweise stark mit lymphoiden Elementen infiltrirt, was wohl mit der beständigen mechanischen Reizung der Oberfläche des Staphyloma im Zusammenhang steht. Die innerste Schichte des Staphyloma bildet die Wand der Cyste, was später näher beschrieben wird. Zwischen der Conjunctiva und der Cyste liegt der erhaltene Theil der Hornhaut. Dieselbe erscheint überhaupt als eine ziemlich dünne Schicht, deren Dicke an verschiedenen Stellen noch wechselt. An einigen kommt es sogar zum gänzlichen Verschwinden, wie z. B. am Boden der Höhle, die an der Nasenseite des Staphyloma liegt. Ausser diesem fast völlig zerstörten Theil, fand ich noch an drei Stellen Spuren vorhanden gewesenen Durchbruchs der Hornhaut, die sich als unregelmässige Narben, aus nahe bei einander liegenden spindelförmigen und runden Zellen bestehend, darstellten (s. Fig. 2, b). Das Gewebe der Hornhaut selbst ist ebenfalls in mässigem Grade mit lymphoiden Elementen infiltrirt.

Die eigentliche Substanz des Staphyloma wird, wie gesagt, durch die Cyste eingenommen, die eine selbstständige, ganz geschlossene Wandung hat. Zum grössten Theil sind ihre Wandungen, wie es auf der Zeichnung zu sehen ist, mit denen des Staphyloma verwachsen, oder richtiger ausgedrückt, mit der inneren Fläche der vom Epithel entblössten und mehr oder weniger veränderten Hornhaut. Diese Verwachsung aber ist nicht sehr innig, und die Wandungen der Cyste selbst lassen sich daher leicht mit Hilfe einer Nadel oder Pincette von denen des Staphyloma ablösen. Die Dicke der Cystenwandung ist nicht gleichmässig. Da wo sie den Wandungen des Staphyloma anliegt, ist sie weniger beträchtlich, als da wo sie nicht mit benachbarten Theilen verbunden ist. Ihr freier Theil hat an 0,6 Mm. im Durchschnitt. Die Wandung selbst, was besonders gut an isolirten, von der Fläche betrachteten Stückchen zu sehen ist, besteht aus faserigem Bindegewebe, welches von einer bedeutenden Anzahl Capillargefässen durchsetzt wird. Diese Gefässe stammen, wie es scheint, hauptsächlich von denen der Bindehaut, die durch das Narbengewebe der Hornhaut hierherdringen. Im hinteren Theil, wo die Wandung frei ist, hat die Cyste dieselbe Structur, nur besitzt sie grössere Dicke, und auf dem Durchschnitt erscheint sie wie aus einigen concentrischen Schichten bestehend.

Besonders interessant ist, dass die ganze innere Fläche der Cyste mit gut erhaltenem Flimmerepithel ausgekleidet ist (s. Fig. 2, e), welches bisher an diesem ungewöhnlichen Orte nicht beobachtet sein dürfte.

Die Zellen sind von cylindrischer Gestalt; in ihrem verdickten unteren Theil liegt ein ziemlich grosser Kern mit Kernkörperchen; das Uebrige jeden Elementes besteht aus feinkörnigem Protaplasma; die äusseren Enden tragen kurze Flimmerhaare (s. Fig. 3). Die Zellen, deren Wandungen sich unmittelbar berühren, bilden eine

ununterbrochene Schichte aus einer Reihe von Elementen.

Von Interesse ist auch das Verhältniss der Cyste zu der Iris und dem Corpus ciliare. Auf der Schläfenseite ist, wie man auch aus der Zeichnung ersieht, die Wandung der Cyste eine Strecke weit mit der Iris verwachsen. Das Corpus ciliare besitzt hier kein freies vorderes Ende und stemmt sich gerade gegen die Wand der Cyste, wobei sein vorderer äusserer Theil in der Richtung der Schläfenseite des Staphyloma ausgezogen ist. Sein vorderes Ende setzt sich, nachdem die Muskelfasern verschwunden sind, in eine Schichte von Bindegewebe fort, die mit der Wandung der Cyste in Verbindung steht und sie wahrscheinlich erzeugt hat. Wenigstens bleiben die Wandungen der letzteren, die sich von denen des Staphyloma ziemlich leicht trennen lassen, an dieser Stelle mit den Nachbartheilen verbunden. Der Muskel selbst ist von runden Zellen infiltrirt. Die Ciliarfortsätze sind in die Länge gezogen, und zwischen ihnen und der Linse liegt die vergrösserte Hinterkammer.

Auf der Nasenseite hat das Corpus ciliare (e) im horizontalen Meridian seine Gestalt ziemlich gut erhalten, aber ein wenig mehr nach unten oder oben zeigen sich auch hier Veränderungen. Der Muskel erscheint nämlich ebenso, wie auf der Schläfenseite, etwas ausgedehnt und ausserdem in zwei Portionen getheilt. Die vordere, kleinere von annähernd dreieckiger Form (s. Fig. 1, f), besteht aus verworrenen Muskelfasern und einer ansehnlichen Menge Bindegewebe. Von dem vorderen Ende der hinteren, grösseren Portion des Muskels zum hinteren Ende der vorderen geht längs der inneren Fläche der Hornhaut eine wenig dicke Schicht, die hauptsächlich aus Bindegewebe besteht und den hinteren Theil des Muskels mit dem vorderen verbindet. Aus den bindegewebigen Elementen des vorderen Winkels der kleineren

Muskelpartie nimmt die der medialen Wandung des Staphyloma sich anlegende Wand der Cyste ihren Anfang. Die Elemente aber, die im inneren Winkel liegen, flechten sich in ihre hintere Wandung ein. Die Regenbogenhaut ist an dieser Stelle unregelmässig verdickt, von ihrer vorderen Fläche gehen Balken aus, die hier die Iris mit dem vorderen Abschnitt des Ciliarmuskels verbinden. Diese Balken bestehen aus Bindegewebe und die auf der Zeichnung dargestellten Vertiefungen bilden gerade ihre Zwischenräume. Was das Verhalten der Regenbogenhaut zur Cyste an anderen Stellen betrifft, so zeigt es sich, dass ihr ciliarer Rand fast auf der ganzen Peripherie mit der Wandung der letzteren verwachsen ist. Der grösste Theil der Iris selbst ist frei, ebenso auch fast überall ihr Pupillarrand, nur an einer Stelle sah ich ihn in geringer Ausdehnung mit der vorderen Linsenkapsel verwachsen.

Von den übrigen Theilen des Auges habe ich nicht viel zu berichten. Die Linse, wie es aus den angeführten Messungen einleuchtet, ist kleiner als in gesunden Augen*). Der Bau der Retina bietet keine Abweichungen von dem normalen, worauf man schon früher aus der Lichtempfindung schliessen konnte. Die Aderhaut ist auch normal, vielleicht finden sich in ihrem Gewebe etwas mehr lymphoide Elemente als gewöhnlich.

Dass im vorliegenden Falle der Process, der so bedeutende Veränderungen bewirkte, seinen Anfang und Verlauf noch zur Zeit des Intrauterinallebens des Kindes genommen hat, ist, denke ich, nicht zu bezweifeln. Dafür

*) S. Jäger. Ueber die Einstellung des dioptrischen Apparates im menschl. Auge. Wien, 1861. p. 12.

sprechen 1) die positiven Angaben der Mutter, die bald nach der Geburt des Kindes merkte, dass sein rechtes Auge nicht normal war, dass zwischen den Lidern eine Geschwulst hervortrat, die den Lidschluss hinderte; 2) ihre Versicherung, dass das Kind nach der Geburt an den Augen nicht gelitten hat. Ausserdem sah Prof. O. Becker das Kind ungefähr zwei Monate nach seiner Geburt und fand keine frischen Spuren eines eben erst abgelaufenen Entzündungsprocesses, was der Fall hätte sein müssen, wenn das Kind mit gesunden Augen geboren und sein Leiden dann erst entstanden wäre. Endlich sprechen sowohl die Existenz der Iriscyste überhaupt, als besonders das Vorkommen von Flimmerepithel in ihr, was beides bei post partum entwickelten Staphylomen nicht beobachtet wird, dafür, dass hier ganz ungewöhnliche Verhältnisse vorliegen.

Wir müssen uns also vorstellen, dass in unserm Falle ein intrauterin verlaufener pathologischer Process von offenbar entzündlichem Charakter eine bedeutende Zerstörung der Hornhaut und die Entwickelung eines Staphyloma zur Folge hatte, an dessen Bildung sich eine, im Innern mit Flimmerepithel bekleidete Iriscyste betheiligte. Das Hauptinteresse bietet hier natürlich die Bildung der Cyste und das Auftreten von Flimmerepithel. Das faserige Bindegewebe, das die Rolle der Cystenwandung spielt, steht, wie wir sehen, in Verbindung mit den bindegewebigen Elementen der Iris und des Corpus ciliare, folglich erweisen sich diese beiden Gebilde als das Muttergewebe der Cystenwandung. Die Cyste selbst ist desshalb also in gewissem Sinne eine Iriscyste, wenn auch der grösste Theil ihres Gewebes gewiss neugebildet ist.

Ganz anders verhält es sich mit dem Flimmerepithel, über dessen Mutterboden wir nur durch Vermuthungen Aufschluss erhalten können. Vorauszusetzen, dass das-

selbe hier an Ort und Stelle aus den Bildungselementen des noch nicht bis zum Extrauterinalleben entwickelten Organismus entstand, ist kaum möglich, da die Annahme eines solchen „Spiels der Natur" mindestens nichts erklärt. Dagegen ist auf doppeltem Wege die Uebertragung von Flimmerepithel in die eröffnete Hornhaut und auf die hier liegende Iris während des Intrauterinlebens denkbar.

Dass gewisse Formelemente des thierischen Organismus in die vordere Kammer gebracht, dort weiter leben und sich vermehren können, dass ferner die Anwesenheit solcher heterogenen Elemente die Entwicklung von Iriscysten bewirkt, oder wenigstens begünstigt, dafür sprechen die Versuche Dooremaal's (v. Graefe's Archiv XIX, 3) und Goldziehers (Archiv für experiment. Pathologie und Pharmakologie II. Bd.). Obgleich diese Art der Uebertragung speciell für das Flimmerepithel noch nicht durch das Experiment nachgewiesen ist, so ist diese Voraussetzung jedenfalls wahrscheinlicher, als die erste Annahme der örtlichen Entwickelung. Der Weg, der bei solcher Uebertragung eingeschlagen sein könnte, ist in unserem Falle ein doppelter. Es kann lebendes Flimmerepithel, das sich vielleicht von der Schleimhaut der Athmungswege ablöste, in die Amniosflüssigkeit hineinfallen und in derselben schwimmend in die perforirte Hornhaut gerathen und durch dieselbe seinen Weg bis in die vordere Kammer oder bis an die hier liegende Iris finden. Dies setzt aber voraus, dass zur Zeit, wo die Uebertragung stattfand, die Lidspalte geöffnet war. Es ist aber auch denkbar, dass durch den Thränennasenkanal Flimmerepithel in den Conjunctivalsack und so mit der Iris in Berührung gekommen sei. Dies hätte nicht zur Voraussetzung, dass die Lidränder sich schon von einander getrennt haben müssten. Dieser Weg aber ist weniger wahrscheinlich, da die Fluida in

den Thränenkanälen eine Richtung haben, die der, welche die Zellen des Flimmerepithels einschlagen müssten, entgegengesetzt ist. So erscheint uns der erste Weg als der denkbarste. Dabei ist, wie bereits erwähnt, die Oeffnung der Lidspalte vorauszusetzen. Man muss bedenken, dass in der ersten Zeit des Intrauterinlebens die Hornhaut noch unbedeckt ist, die Lidspalte schliesst sich erst am Ende des dritten oder Anfang des vierten Monats. Wir wissen aber Nichts über den Zeitpunkt des Leidens der Hornhaut und ihres Durchbruchs. Möglich, dass beides vor dem Schluss der Lidspalte stattgefunden hat, dann ist die früher ausgesprochene Voraussetzung überflüssig. Dagegen, wenn der pathologische Process viel später, nach dem Schluss der Lidspalte auftrat, ist ihre Oeffnung eine nothwendige Bedingung zum Uebergang des Flimmerepithels aus der Amniosflüssigkeit in die Höhle der Vorderkammer. Die Bildung eines oder mehrer Geschwüre der Hornhaut und die damit verbundene Vermehrung der Absonderung von Bindehaut und Thränendrüse konnten, indem sie — bei noch geschlossenen Lidern — den Conjunctivalsack erweiterten, die Oeffnung der Lidspalte befördern.

Der Verlauf des Leidens konnte noch ein anderer sein. Es wäre möglich, dass die Lidspalte sich früher als gewöhnlich öffnete und dass dies den Hauptgrund der intrauterinalen Entzündung bildete. Da hier eine, unter normalen Bedingungen und in einer gewissen Periode des Intrauterinlebens nicht vorkommende Berührung mit Amniosflüssigkeit stattfinden müsste, so wäre es möglich, dass die letzte, eine nicht ganz indifferente Flüssigkeit, durch Reizung der Hornhaut ihre Entzündung herbeiführte.

In welchem Zustande das Flimmerepithel die Regenbogenhaut vorfand, ist schwer anzugeben. Sie nahm, wie es scheint, überhaupt keinen grossen Antheil am

Entzündungsprocess, und der in ihr stattgefundene konnte entweder noch vor der Durchbohrung der Hornhaut, als Begleiter der Entzündung der letzteren auftreten, oder erst nach der Durchbohrung, als Folge ihrer Berührung mit Amniosflüssigkeit seinen Verlauf nehmen.

Ob die Bildung der Cystenwandung schon zu dieser Zeit ihren Anfang genommen habe oder ob die in die vordere Kammer hineingekommenen fremdartigen Elemente ihre Veranlassung waren, lässt sich nicht entscheiden; — aber vom Standpunkt der Rothmund - Buhl'schen Theorie und auf Grund der Experimente ist das letztere wahrscheinlich.

II. Angeborenes Intercalar- und Hornhautstaphylom, Aphakia congenita.

Prof. O. Becker theilte mir folgende anamnestische Thatsachen mit.

„N. N., 11 Jahre alt, der 2. Sohn gesunder Eltern aus höheren Ständen, die aus verwandten, öfters durch Heirath sich verbindenden Familien stammen. Der emmetrope Vater besitzt völlige Sehschärfe, die Mutter leidet an chronischer Blepharitis und Conjunctivitis catarrh., besitzt aber auch emmetropische Augen und normale Sehschärfe. Der Unterschied im Alter der Eltern beträgt 15 Jahre.

Der älteste Sohn hat am rechten Auge $H + 1/_{11}$, $S = \frac{20}{40}$, eine ausserordentlich kleine Hornhaut, enge Vorderkammer, Myosis; am linken angeborene Trübung der Hornhaut, wobei nur die Mitte derselben und eine kleine Stelle nach oben und unten durchsichtig geblieben sind; die Pupille ist etwas verzogen nach unten und innen, die Iris mit der getrübten Hornhaut verwachsen; die Linse, wenn sie überhaupt existirt, ist durchsichtig; der Augenhintergrund nicht zu

sehen. Ausserdem leidet dieses überhaupt sehr kleine Auge noch an Nystagmus; der Patient kann mit ihm die Finger auf 3—4 Fuss zählen, Buchstaben erkennt er aber nicht.

Vier jüngere Geschwister haben gut entwickelte normalsehende Augen. Im Allgemeinen sind alle Kinder wohlgebaut und von sehr schöner Gesichtsbildung.

Der zweite Sohn, N. N., hat auf der linken Seite Mikrophthalmus von fast gleicher Beschaffenheit wie bei dem älteren und Nystagmus, nur die Lage der durchsichtigen Theile der Hornhaut ist etwas anders. Die Finger kann er auf 12 Zoll zählen, Buchstaben von Sn. No. 20 erkennt er mit Mühe auf 2—3 Zoll Entfernung; die Farbenempfindung ist normal und gut entwickelt. Obgleich in diesem Falle trotz der Hornhauttrübung eine ziemlich regelmässige Pupille zu erkennen war, war die Hornhauttrübung doch zu intensiv, um die Reflexbilder der Linse hervorzurufen. Es musste daher unentschieden bleiben, ob eine Linse vorhanden war oder nicht. Das rechte Auge zeigte im Winter 1872—1873, als ich den Patienten zum ersten Male sah, ein eigenthümliches Aussehen. Alle seine Dimensionen waren viel grösser als die normalen, der vordere Theil breiter als der hintere, so dass es die Form einer mit dem Stiel nach hinten gerichteten Birne hatte. Die Augenlider konnten nur mit Mühe geschlossen werden, beim Schlaf blieb das Auge offen. Der vordere Abschnitt hatte eine nicht ganz glatte Oberfläche, war von dunkelblauschwarzer Farbe, die mit einem Netz einzelner heller Streifen überzogen war. Durch die Conjunctiva bulbi konnte man die vorderen Ciliararterien sehen, wobei ihre vorderen Enden schon im blauen Theile lagen. Die Hornhaut selbst war als solche nicht zu erkennen, und Alles zusammen bot viel mehr den Anblick eines scleralen, als cornealen oder besser intercalaren Staphyloma. Sehr

starker unregelmässiger Nystagmus, keine Lichtempfindung, der intraoculare Druck bedeutend erhöht. Nach der Aussage der Mutter befanden sich die beiden linken Augen ihrer Söhne schon bei ihrer Geburt in dem geschilderten Zustande. Dem jüngeren hatte v. Graefe im zweiten Jahre seines Lebens eine Iridectomie zu machen versucht. Das rechte Auge ist von Geburt an grösser, als das linke, aber in den letzten 2—3 Jahren hat es bedeutend an Grösse zugenommen.

Ich musste deshalb mich ebenfalls für die von anderer Seite bereits angeregte Enucleation aussprechen. Die Operation wurde dann am 7. März 1872 vorgenommen.

Das Auge wurde in Müller'sche Flüssigkeit gelegt und nach einigen Monaten durchschnitten.

Der auffallendste Befund war die Abwesenheit der Linse. Diese Erscheinung veranlasste mich, ausser den Eltern noch den Hausarzt, den Erzieher und das Dienstpersonal zu befragen, ob in der That das Auge schon bei der Geburt in einem ähnlichen Zustande sich befunden habe. Aus den übereinstimmenden Angaben aller genannten Personen geht hervor, dass weder der ältere, noch der jüngere Bruder an Blennorrhöe der Neugeborenen gelitten haben und dass bei dem jüngeren schon bei der Geburt das linke Auge sehr klein, das rechte gross und einer Traube ähnlich war und nach der Geburt niemals eine Augenentzündung beobachtet wurde. Es ist daher nicht zu bezweifeln, dass das Auge schon bei der Geburt in einem dem jetzigen im Allgemeinen analogen Zustande gewesen ist."

Das Auge (Fig. 4) ist eiförmig, hat keine vollkommen regelmässigen Umrisse, besonders im scleralen Theil. Seine Längsaxe = 23,5 Mm., die Queraxe = 20,25 Mm. Der Durchmesser der Hornhautbasis hat fast volle 18 Mm., folglich ist die Hornhaut über-

mässig ausgedehnt. Ihre Dicke ist überall sehr gering, ungefähr = 0,5 Mm. und an manchen Stellen nicht über 0,25 Mm. Ihre Oberfläche ist glatt, im äusseren unteren Quadranten sieht man schwache Spuren stattgefundener Durchbohrung. Die innere Fläche der Hornhaut ist uneben, wie usurirt und in ihrer ganzen Ausdehnung mit der atrophirten Iris verwachsen, deren Pupillarrand mit einem Theil des äusseren unteren Quadranten an der Stelle, die der vormaligen Durchbohrung entspricht, verwachsen ist. Bei der mikroscopischen Untersuchung erscheint die äussere Fläche der Hornhaut mit normalem Epithel bedeckt. Die erhaltenen Schichten der eigentlichen Hornhaut werden hier und da von Blutgefässen durchzogen. Ihr Gewebe ist jedoch nicht reichlich mit lymphoiden Elementen infiltrirt. Von der Membrana Descemetii mit dem sie überziehenden Endothel ist keine Spur übrig geblieben, dafür aber ist ihre ganze Fläche mit einer Pigmentschicht, aus Ueberresten der gänzlich atrophirten Iris und anderen Theilen der Uvea bestehend, ausgekleidet. Auch zwischen den Lamellen der Hornhaut findet sich Pigment, welchem man, während es besonders im äusseren unteren Quadranten an ihrer inneren Fläche angesammelt ist, daselbst auch in den vorderen Schichten der Hornhaut begegnet.

Im inneren unteren Theil des Auges, unmittelbar am vorderen Rande des Musc. ciliaris, durchziehen die Ablagerungen von Pigment in Gestalt sich verzweigender Streifen die Hornhaut in senkrechter Richtung und gelangen fast alle bis zu ihrer Oberfläche. An dieser Stelle weichen auch die inneren Schichten der Hornhaut mehr als bis zur Hälfte ihrer Dicke auseinander und erinnern an die ehemals offen gewesenen Ränder der Wunde (Fig. 4, a).

Das Gewebe der Regenbogenhaut selbst ist völlig atrophirt. Das von ihr übrig gebliebene Pigment

ist, wie gesagt, an die innere Fläche der Hornhaut angelöthet; doch gehört das die letzte ausfütternde Pigment nicht nur der Iris, sondern auch anderen benachbarten Theilen an, der Membr. uveae und vor Allem den Ciliarfortsätzen, die von ihrer Stelle verschoben, mit der inneren Fläche der Hornhaut verwachsen und in die Länge ausgezogen sind, wobei ihr eigenes Gewebe fast bis zum gänzlichen Verschwinden atrophirt ist. Die Zone der Hornhaut, die mit den Ciliarfortsätzen verwachsen ist, beträgt in der Mitte 5 Mm.

Die Ausdehnung der Hornhaut, der mit ihr verbundenen Iris und Ciliarfortsätze hatte auch eine bedeutende Ortsveränderung des ciliaren Theils der Retina und ihrer Pigmentschicht zur Folge. Sie sind von ihrer Stelle verrückt und mit der inneren Fläche der peripherischen Zone der Hornhaut zusammengelöthet, die letzte auf einer annähernd 2 Mm. langen Strecke auskleidend.

Die Retina selbst beginnt am vorderen Ende des Musc. ciliaris, der seine Lage nicht gewechselt hat, was er freilich seiner festen Verbindung mit der Sclera verdankt. Der Musc. ciliaris hat seine Gestalt gut erhalten, aber seine bindegewebigen Bestandtheile sind äusserst reichlich mit lymphoiden Elementen infiltrirt. Am hinteren Ende und auch in seinem Gebiete überhaupt, trifft man an einigen Stellen Excrescenzen von beträchtlicher Grösse, die eine concentrische Structur zeigen und mit einer Schicht Pigmentzellen bedeckt sind. In diesem Theil des Auges kommen gewöhnlich keine solchen Excrescenzen vor — Heinrich Müller hat sie z. B. nie in der Partie der Glaslamelle der Choroidea, die vor der Ora serrata liegt, getroffen*) — doch thut

*) H. Müller. Gesammelte Werke, herausgegeben von O. Becker. Bd. I. pag. 241.

im vorliegenden Falle ihre Anwesenheit auf der inneren Fläche des Musc. ciliaris der Ansicht Heinr. Müller's noch keinen Eintrag, weil sie hier hinter der Ora serrata liegen, da an der inneren Fläche des Musc. ciliaris nicht die Pars ciliaris retinae, sondern schon die Retina selbst sich anlegt, die Pigmentschicht der Retina aber mit der Glaslamelle der Gefässhaut weit nach vorn geschoben ist.

Die Linse fehlt, ebenso ist im Auge keine Linsenkapsel vorhanden. Dagegen ist die Zonula Zinnii erhalten und liegt grösstentheils der inneren Fläche der Hornhaut an. Also haben wir es auch mit einem Fall von angeborener Aphakie zu thun. Doch hat die Linse ursprünglich gewiss existirt. Es folgt dies daraus, dass die vordere Partie des Auges und die Zonula Zinnii gebildet waren.

Die Retina erfuhr bedeutende Aenderungen, wie in ihrer relativen Lage, so auch in ihrer Structur. Aber trotz ihrer beträchtlichen Ausdehnung und der weiten Verschiebung ihres vorderen Randes hat eine Ablösung im Leben nicht stattgefunden und die auf der Zeichnung zu sehende Trennung der Retina und Gefässhaut von einander sind postmortale Erscheinungen. Das Gewebe der Retina unterlag einer bindegewebigen Degeneration, die Stäbchen- und Zapfenschicht verschwand, die Ganglienzellenschicht ist ebenfalls atrophirt; die innere Körnerschicht ist in ihrer ganzen Ausdehnung erhalten, die äussere aber in dem vorderen, am meisten veränderten Theil der Retina fast ganz geschwunden und nur im hinteren erhalten.

In der Papilla nervi optici zeigt die Abbildung eine partielle Excavation. Auf die im Auge während des Lebens wenigstens zeitweise gewiss vorhanden gewesene bedeutende Erhöhung des intraoculären Drucks weist die sehr nach hinten gedrängte Lamina cribrosa hin. Die Papilla und Retina erscheinen mit lymphoiden Elementen

mässig infiltrirt. Der Glaskörper war verflüssigt, nur peripherische Schichten sind von ihm übrig geblieben. Wie man aus der Zeichnung sieht, ist der vordere Theil weit nach vorn geschoben, der hintere hat sich wahrscheinlich schon während des Lebens von der Retina abgelöst.

Auch in diesem Falle haben wir es mit den Folgen eines intrauterinen Entzündungsprocesses zu thun, der allem Anschein nach seinen Anfang ebenfalls in der Hornhaut genommen und dann Veränderungen in allen Theilen des Auges herbeigeführt hat. Wenigstens an zwei Stellen lässt sich eine stattgehabte Durchbohrung der Hornhaut nachweisen. Obgleich es bei der mikroscopischen Untersuchung nicht gelang, in der Hornhaut Narbengewebe in grösserer Menge und Ausdehnung aufzufinden, so sind die Spuren der Durchbohrung doch deutlich erkennbar. Das Pigment, das an den beschriebenen Stellen von der inneren Fläche der Hornhaut beinahe bis zur äusseren geht, und das quere Auseinanderweichen der Hornhaut fast in ihrer ganzen Dicke an der Nasenseite des Auges in der Nähe des Musc. ciliaris, weist die Stelle der stattgehabten Durchbohrung nach. Dabei muss man bedenken, dass seit der Krankheit volle 11 Jahre verflossen sind, und frische Veränderungen also nicht mehr vorhanden sein konnten. Nach der Durchbohrung der Hornhaut durch eine der Oeffnungen muss die Linse ausgetreten und in den Liquor amnii gefallen sein — ob unbeschädigt, d. h. mit ihrer Kapsel, oder die Linsenmassen und die Kapsel einzeln und unabhängig von einander, ist nicht mehr zu entscheiden. Mit Sicherheit lässt sich nur behaupten, dass sie das Auge verlassen haben müssen, denn sonst würde sich die Kapsel,

die der Auflösung grossen Widerstand leistet, so gut wie die Zonula Zinnii im Auge finden müssen, was eben nicht der Fall war. Nach der Durchbohrung der Hornhaut und dem Ausfluss der wässerigen Feuchtigkeit legte sich die Iris an die innere Fläche der Hornhaut und es kam zwischen ihnen zu vollständiger Verwachsung. Die durchbohrten Stellen haben sich dann wieder geschlossen und die veränderte Hornhaut fing an, sich in Folge des intraoculären Drucks auszudehnen, der hier sehr beträchtlich gewesen sein muss, wie es sich aus der nach hinten gedrängten lamina cribrosa ergiebt. Zugleich mit der Hornhaut musste sich die Iris ausdehnen und wegen ihres innigen Zusammenhanges mit den übrigen Theilen der Membr. uveae zog sie die letztere nach sich; der Musc. ciliaris aber und die eigentliche Gefässhaut änderten ihren Ort nicht. Dagegen wurden die Ciliarfortsätze, der vordere Theil der Glaslamelle der Choroidea, die Pars ciliaris retinae und der vordere Theil der Retina mit der ihnen gehörenden Pigmentschicht nach vorn gezerrt. Selbstverständlich musste dabei auch eine bedeutende relative Verschiebung der genannten Theile zu einander erfolgen, was in der That der Fall war, und gerade sie wird z. B. den grössten Theil der nervösen Elemente der Retina zu Grunde gerichtet haben. Trotz dieser nicht zu unterschätzenden Aenderung der Lage, erfolgte doch im Leben keine Ablösung der Retina oder Gefässhaut. Es erklärt sich dies zum Theil aus dem gleichzeitig bestehenden vermehrten intraoculären Druck, zum Theil daraus, dass die Ortsveränderung sehr langsam vor sich ging und das ganze Leiden seinen Verlauf noch zur Zeit, wo die bildenden Kräfte des Organismus mächtig sind, nahm.

Noch ist die Thatsache von Interesse, dass auch das andere Auge, das linke, anomal erscheint, und obgleich dieses Zusammentreffen kein gültiger Beweis ist, spricht

es doch sehr für die Meinung, die schon von v. Graefe geäussert wurde (s. z. B. dies. Archiv Bd. II, 1. S. 242), dass wahrscheinlich viele Missbildungen des Auges durch intrauterine pathologische Processe hervorgerufen werden. Das linke Auge präsentirt sich in unserem Fall als Mikrophthalmus mit angeborener Trübung der Hornhaut und Corectopia. Mikrophthalmus aber gehört zu den Anomalien, die nach v. Graefe von Krankheiten während des intrauterinalen Lebens herrühren können. Freilich mag dieses Zusammentreffen rein zufällig sein, und es wäre möglich, dass wir am linken Auge eine Bildungsanomalie, am rechten das Resultat eines intrauterinen Entzündungsprocesses vor uns hätten. Doch ist es weit einfacher anzunehmen, dass auch das linke Auge sich bis zu einem gewissen Zeitpunkte regelmässig entwickelte, dass aber das hinzugetretene Leiden, ähnlich dem im rechten, nur weniger intensiv und mit anderem Verlauf seine weitere normale Entwickelung unterbrach und so zu Microphthalmus und Trübung der Hornhaut führte.

Endlich sind auch die Augen des älteren Bruders nicht normal gebaut. An dem einen zeigen sich Erscheinungen, die den beim jüngeren vorgefundenen zum Theil ähnlich sind, nämlich die getrübte Hornhaut und die mit ihr verwachsene Iris. An dem anderen Auge ist nur die Grössenentwicklung, insbesondere der Hornhaut, gehemmt. Es besteht Mikrophthalmus und Mikrocornea.

Alle beschriebenen Veränderungen der vier Augen der beiden Brüder haben viel Gemeinschaftliches und können möglicher Weise von einer und derselben Krankheit, nämlich einer intrauterinalen Keratitis, in einigen Augen mit Iritis complicirt, herrühren. Die Resultate des Leidens sind nicht in allen völlig analog. Das weist

aber nur darauf, dass die Intensität und der Verlauf der Krankheit verschieden waren.

Auf Grund der Untersuchung dieser Fälle kann man freilich Nichts über den Ursprung von anderen angeborenen Anomalien aussagen; auch nicht bestimmen, in wie fern Krankheiten des noch nicht vollständig entwickelten Auges an dem Zustandekommen von Missbildungen Theil nehmen. Wenn man aber überlegt, dass schon die Untersuchnng von 2 Augen im Zusammenhang mit den anamnestischen Daten einiges Licht in das dunkle Gebiet der angeborenen Anomalien, von denen hier wenigstens fünf Formen (Staphyloma, Mikrophthalmus, Microcornea, angeborene Trübung der Hornhaut und angeborene Aphakie) in Betracht kommen, wirft, so muss man zugeben, dass eine möglichst genaue Untersuchung analoger Fälle uns dem Verständniss der Genesis der Missbildungen des Auges näher bringen wird.

Heidelberg, 27. Februar 1875.

Beitrag zur Lehre vom Glioma retinae.

Von

Dr. Helfreich,
Privatdocenten der Ophthalmologie an der Universität Würzburg.

Hierzu Tafel VI und VII.

Die folgende Mittheilung betrifft die Resultate der anatomischen Untersuchung eines Falles von Glioma retinae, der auf Grundlage mancher Eigenthümlichkeit verdienen dürfte, hier veröffentlicht zu werden. Zur sofortigen Characterisirung desselben bemerke ich, dass bei ihm die Entstehung des Pseudoplasma anknüpfte an eine Erkrankung des Sehorgans, die in einer ziemlich frühen Periode des Embryonallebens eingetreten war und nicht allein die Netzhäute beider Bulbi betroffen, sondern auch auf das 2. Hirnnervenpaar und auf die Thalami optici gewirkt hatte. Die bezüglichen Präparate stammten von einem 1½jährigen Mädchen, M. H., das in Folge von Pneumonie und allgemeiner Peritonitis im Frühjahr 1872 dahier verstorben war. Der Freundlichkeit des behandelnden Arztes, Dr. Linden, verdanke ich die folgenden klinischen Mittheilungen: Das Kind gehörte einer vollkommen gesunden Familie an und war nach einer normal verlaufenen Schwangerschaft reif zur Welt gekommen.

Sofort war den Eltern die Kleinheit der beiden Augen aufgefallen und hatten dieselben namentlich auch bezüglich der Hornhaut beobachtet, dass dieselbe nicht kreisförmig war und einen zu geringen Umfang besass. Dr. Linden, der das Kind bald nach der Geburt und ausserdem später häufig zu untersuchen Gelegenheit hatte, constatirte weiterhin eine ungenügende Durchsichtigkeit der Cornea, so dass Iris und Pupillaröffnung nicht wahrgenommen werden konnten. Die Augen waren nach allen Richtungen frei beweglich, Röthung und Entzündung an denselben nie zum Vorschein gekommen. Aeusserungen eines entwickelteren Sehvermögens wie auch einer blossen Lichtempfindung hatten von Anfang an gefehlt und bezüglich des Wachsthums der Augen wurde von Dr. Linden mit Bestimmtheit angegeben, dass dasselbe nur in einem geringen Grade erfolgte, so dass die bestehende Microphthalmie später verhältnissmässig stärker als nach der Geburt hervortrat. Das Kind hatte sich dabei in psychischer Hinsicht vollkommen entsprechend entwickelt; es hatte ein lebhaftes Temperament, klare Willensäusserungen und normale Affecte gezeigt, abgesehen von der Blindheit scharfe Sinne und hatte in der letzten Zeit seines Lebens auch begonnen, einfache Worte wohl articulirt auszusprechen. Die Knochenbildung und somit die Orts-Bewegung war durch Rachitis gehemmt gewesen. Die obengenannte Krankheit war in wenigen Tagen tödtlich verlaufen; 24 Stunden darauf wurde die Section vorgenommen (Köster). „Das Herz zeigte einen abnorm grossen Umfang, in specie waren die beiden Vorhöfe colossal vergrössert. Das Foramen ovale war offen geblieben; an der Pars membranacea septi ventriculorum, und zwar nach der rechten Seite zu gerichtet, fand sich eine aneurysmatische Erweiterung. In den Lungen fand sich ein frischer pneumonischer Process, in der Bauchhöhle eine allgemeine Peritonitis.

Die Milz war vergrössert und enthielt zwei hyperplastische Knötchen. Ebenfalls vergrössert waren beide Nieren und es wurden in denselben ziemlich zahlreiche (mikroscopische) Cysten nachgewiesen. Ausserdem war Fettleber vorhanden; Magen und Darm, ebenso auch die Genitalien verhielten sich normal. An den Knochen ergaben sich die der Rachitis zukommenden Veränderungen. Nach Eröffnung des Schädels fand sich ein trübes Oedem der Pia mater und die Betrachtung der Hirnbasis zeigte, dass das 2. Hirnnervenpaar vollständig fehlte. In den Ventrikeln des Gehirns befand sich etwas Flüssigkeit und ausserdem ergab sich, dass die Thalami optici schwach entwickelt und undeutlich von den Corpora striata abgegrenzt waren. Die Stirn war stark hervorgewölbt, die Tubera prononcirt. Die Orbitalränder wohl entwickelt, die Augenhöhlen, besonders die rechte, enge und dabei die letztere mit ihrer Axe viel stärker divergent zur Medianebene als die der linken Seite."

Die Bulbi wurden mit dem Orbitalinhalt exstirpirt und kamen sofort in Müller'sche Flüssigkeit. Nachdem dieselben vollständig erhärtet waren, wurde zunächst die anatomische Präparation der Adnexa unter einer starken Loupenvergrösserung vorgenommen. Trotz der genauesten und sorgfältigsten Rücksichtnahme auf etwa vorhandene Opticustheile konnten nicht einmal Reste des 2. Hirnnervenpaares nachgewiesen werden. Wenn auch die beiden strangförmigen Gebilde, welche in der Gegend des hinteren Augenpoles in die Bulbi verliefen, bei einfacher Betrachtung für die in den Zustand der Atrophie übergeführten Sehnerven gehalten werden konnten, so lehrte doch die genaue Untersuchung, dass diese Fascikel nur aus Gefässen und dichtem Bindegewebe zwischen denselben zusammengesetzt waren. Die nun vorgenommenen Messungen ergaben bezüglich der Durchmesser der Augen wie der Hornhäute und der Abstände der

Muskelinsertionen vom Cornealrande folgende Resultate: Der rechte Bulbus zeigte eine Axenlänge von 14,3 Millimeter, einen Breitendurchmesser von 14,1, einen Höhendiameter von 14,0. Der verticale Durchmesser der Cornea betrug 4,2, der transversale 5,2. Für den Abstand der Sehneninsertion vom Hornhautrande ergaben sich beim Musc. rectus internus 6,2, beim rectus externus 7,3, rectus superior 7,3 und rectus inferior 7,4. Am linken Auge dagegen wurden folgende Werthe ermittelt: für die Axenlänge des Bulbus 16,2, den Breitendurchmesser 14,5, den verticalen Diameter 14,4 Millimeter, für den senkrechten Durchmesser der Cornea 5,1, für den transversalen 6,3. Die Sehneninsertionen der äusseren Augenmuskeln waren vom Hornhautrand entfernt, beim Musc. rect. internus 5,2, externus 6,2, rectus superior 8,2 und beim rectus inferior endlich 6,1 Millimeter. Die angegebenen Werthe entsprechen sämmtlich den Durchschnittszahlen aus 6 Messungen; es geht aus ihnen hervor, dass der linke Bulbus in seiner Längsausdehnung den rechten etwas übertraf und von der sphärischen Gestalt ziemlich abwich. Die Bulbi waren überdies, wie auch die Hornhäute, beträchtlich hinter den normalen Maassen zurück; denn die gefundenen Werthe zeigen sich sogar erheblich kleiner als jene, welche Manz (Virchow's Archiv, Bd. LI, Heft 3, p. 317) für ein normales neugeborenes reifes Kind ermittelt hat. Es betrug für dasselbe der transversale Durchmesser der Hornhaut 9, der verticale 10 Millimeter, der transversale Diameter des Bulbus 18, der verticale 17,4, der sagittale 18 Mm. Die Bulbi wurden sodann und zwar der rechte in der Ebene des horizontalen, der linke in der des verticalen Meridianes halbirt. Die dadurch entstandenen Flächenansichten sind in den Zeichnungen Fig. 1 für das linke und Fig. 2 für das rechte Auge dargestellt und zwar wurde von ersterem die untere, von letzterem die

laterale Hälfte zur Abbildung verwendet. Wie Fig. 1 und 2 ergiebt, ist die Cornea nicht in der gewöhnlichen Weise durch eine schrägverlaufende Trennungslinie gegen die Sclera abgesetzt, sondern ihre hintersten Lamellen treten in Form zungenförmiger Ausläufer in die Faserhaut ein. Ausserdem ist speciell für Fig. 1 zu bemerken, dass die Iris (i) schwach entwickelt ist und der Innenfläche der Hornhaut unmittelbar anliegt; das Pupillenfeld ist mit einer weisslichen, markartig aussehenden Masse (l) ausgefüllt, die in dünner Lage an der vorderen und hinteren Irisfläche sich weiterzieht und nach hinten durch eine schwach gezackte Linie (k) — die gefaltete vordere Linsenkapsel — begrenzt wird. Die hintere Kapsel ist in unmittelbarer Verbindung mit einer parallel zu ihr gelagerten Bindegewebsplatte (c) vollkommen glatt und faltenlos. Der Inhalt der Kapselhöhle zerfällt in zwei durch Farbe und Structur deutlich geschiedene Abtheilungen (b und m). An das Linsensystem schliesst sich nach hinten ein Tumor (d) an, im Allgemeinen von derselben Färbung und Consistenz wie die im Pupillarraum abgelagerte Gewebsmasse, nur sind einzelne Stellen in demselben durch ein besonders lichtes Colorit ausgezeichnet. Hinsichtlich seines Umfanges erstreckt sich das Pseudoplasma durch die ganze Breite des Augenraumes, ist seitlich von dem Pigmentcontour der Ciliarfortsätze scharf geschieden und hat in der Richtung der Bulbusaxe eine Ausdehnung von 3—4 Mm. Nach hinten endet die Geschwulst in einer wellig verlaufenden Linie. Was nun das Verhalten der übrigen Augentheile betrifft, so sind die Ciliarfortsätze sehr verschmächtigt, die Aderhaut (f) aber umgiebt als ein deutlicher, nirgends unterbrochener Contour den inneren Bulbusraum, der ausschliesslich ausgefüllt ist mit einer schwarzgrünen Masse (o), welche die Consistenz und das Aussehen eines erkalteten Tischlerleimes besitzt.

Die Sclera (g) selbst ist kräftig entwickelt, normal aussehend und zeigt in der Gegend des hinteren Augenpoles gegen die äussere Hälfte der Circumferenz ein schief perforirendes Ciliargefäss (n), das sich auf dem Schrägschnitt darstellt, sowie eine ganz schwache Andeutung von in radiärer Richtung in die Faserlamellen eindringenden Bindegewebszügen (p). Die obere Hälfte des linken Bulbus wurde sodann durch einen Sagittalschnitt halbirt; dabei ergab sich, dass hier insofern die Entwickelung des Tumors eine viel beträchtlichere war, als sich derselbe zapfenartig nach hinten erstreckte und durch einen schmalen Ausläufer in der Mitte zwischen Aequator und hinterem Augenpol in die Chorioidea sich einsenkte. Bezüglich der Beschreibung der Schnittfläche des rechten Bulbus (Fig. 2) sind nur wenige besondere Bemerkungen erforderlich, da im Uebrigen analoge Verhältnisse wie links gegeben sind. Der vordere Abschnitt des Auges besitzt eine sehr geringe Breite; die Linse ist seitlich zusammengedrückt und in eine äussere hellere (b) und innere dunklere (i) Partie geschieden. Der Tumor (d), welcher sich mit seiner vorderen Grenze an die Linsenkapsel anschliesst, ist beträchtlich grösser als der im linken Auge beschriebene; an seiner hinteren Peripherie ist er von einer Kapsel (h) überzogen, welche bräunlich gefärbt erscheint. Nach unten — in der Zeichnung nach links — erstreckt sich derselbe bis an die Sclera und es wird der Contour der Aderhaut dadurch unterbrochen (l). Nach rechts hinten zeigt sich noch ein in loser Verbindung mit der Geschwulst stehender Appendix (n), der eine graue Färbung erkennen lässt. Der übrige freibleibende Raum war von der am linken Bulbus schon beschriebenen schwarzgrünen, leimartigen Masse ausgefüllt; dieselbe wurde vor Herstellung der Abbildung mit der Pincette entfernt, so dass man im Stande ist, zu erkennen, wie die Continuität der Ader-

haut überall vorhanden ist. Die nun folgende mikroscopische Beschreibung bezieht sich zunächst auf das Verhalten des zuletzt besprochenen rechten Bulbus. Das Cornealepithel ist in normaler Weise geschichtet, die Reichert'sche Membran nur schwach, die Stützfasern dagegen sehr deutlich entwickelt; die Lamellen der Cornea propria mitunter etwas unregelmässig auf einander gelagert, die hintersten Blätter, wie auch die Elastica posterior zeigen einen welligen Verlauf. Die Endothelschicht ist nicht vorhanden, wohl aber zeigen sich da und dort der hinteren Fläche der Demoursiana blasse Zellen von anderweitig zu beschreibender Form und Grösse angelagert. Dieselben Formelemente liegen dicht gehäuft auf der Vorderfläche der Iris und erfüllen das Pupillarfeld. Die Iris selbst ist in hohem Grade von ihnen durchwachsen und ihr Gewebe auseinander gedrängt. Die vordere Linsenkapsel ist in ausserordentlich zahlreiche Falten gelegt, ihre Continuität aber, wie sich aus der Durchmusterung einer grossen Anzahl von Schnittpräparaten ergiebt, nur an sehr wenigen Stellen unterbrochen. An diesen hat die die Linse umschliessende Zellenmasse die Kapselhülle durchbrochen und war im Begriffe, mit dem vordersten Stratum des Linsenkörpers (Fig. 2, b) zu verschmelzen, welches erstere selbst sich durch eine sehr eigenthümliche Structur auszeichnet. Bei stärkerer Vergrösserung (320) erkennt man, namentlich an Carminpräparaten, ein ziemlich weitmaschiges bindegewebiges Reticulum als Grundlage, in dessen Maschenräumen eine structurlose, mitunter schwachkörnig erscheinende Substanz, ferner Reste veränderter Linsenfasern und spärliche blasse Zellen mit grossem Kerne gelegen sind. Die bei der makroscopischen Beschreibung bereits als dunkler gefärbte Masse erwähnte Kernsubstanz des Linsensystems (i) besitzt in ihrem grössten Theile ein normales Verhalten der Fasern, gegen die

hintere Corticalis zu werden die Contouren derselben allmälig undeutlicher und die hinterste Schicht ist vollständig in eine formlose trübe Myelinmasse verwandelt. Unmittelbar hinter der normalen hinteren Kapselhälfte zieht sich eine theils parallel streifige, theils reticulirte Bindegewebsmasse, in der zahlreiche Gefässdurchschnitte und Haufen blasser Zellen enthalten sind, quer durch die Augenbreite herüber (Fig. 3, d) und hängt seitlich mit den Faserzügen der abgerissenen Zonula zusammen. Auf diese Weise entsteht eine Scheidewand zwischen dem Linsensystem und dem Tumor, die sich selbst indessen nicht gegen den letzteren völlig abschliesst, sondern vielmehr an mehrfachen Stellen breite Ausläufer in das bindegewebige Gerüste desselben hineinsendet (Fig. 3, a). So bildet sich eine Anzahl von Stützpfeilern, in welche sich die vorderen Partien der Geschwulst und zwar in der Weise einschieben, dass nach Art einer Guirlande Bogenzüge (g) entstehen, die abwechselnd nach vorn offen und geschlossen sind und bei denen die schmalen, mit der Concavität nach vorn gerichteten Schleifen mit den Faserzügen der Stützpfeiler gemeinhin mehr oder weniger verschmelzen (Fig. 3, a[1]). Die Zeichnung dieser Halbbögen wie auch die der Stützpfeiler verliert sich beiläufig in der halben Tiefe des Tumors in dem allgemeinen Bindegewebsgerüste, welches dessen Grundlage abgiebt und eine starke Entwickelung zeigt. Die gröberen Züge desselben verlaufen in den vorderen Abschnitten des Tumors im Allgemeinen in der Richtung von vorn nach rückwärts, in den hinteren dagegen mehr quer. Allenthalben bildet das Bindegewebe in seiner feineren Ausbreitung ein Maschennetz mit verschieden grossen Lücken, in welchen die Formelemente entweder einzeln oder mehrfach gehäuft eingeschlossen liegen. Die letzteren selbst bieten rücksichtlich der Grösse und Form in den einzelnen Abschnitten der Geschwulst eine

ziemlich grosse Verschiedenheit dar. Der grösste Theil der Zellen besitzt die Rundform, die Dimensionen der Lymphkörperchen, oder übertrifft dieselben um ein gewisses Maass und hat einen grossen, schön granulirten Kern, dessen Contour dem der Zelle sehr nahe liegt, während der Zwischenraum zwischen Zellgrenze und Kern durch eine hyaline Masse ausgefüllt ist. An anderen Orten der Geschwulst kommen elliptische und spindelige Zellformen zum Vorschein, letztere namentlich in den der Chorioidea nächstgelegenen Theilen des Tumors, wie dies aus Fig. 4 (h) ersichtlich; doch ist die Gesammtmasse dieser Spindelzellen nur gering. — Eine besondere Berücksichtigung verlangt der an die Ciliargegend anstossende Abschnitt des Pseudoplasmas noch aus anderen Gründen. Geht man von der Pigmentschicht aus, so ist zu bemerken, dass sich die Innenfläche der Ciliarfortsätze an den meisten Stellen überkleidet zeigt von einer regelmässigen, einschichtigen Lage beiläufig viereckiger, mit schönem Kern versehener Zellen, die bei schwacher Vergrösserung als ein schmaler, schon durch die Färbung deutlich differenzirter Saum hervortritt (Fig. 3, c). In dem hinteren Abschnitte der Regio ciliaris wird die Pigmentschicht verdickt und sendet (Fig. 3, h) eine breite, gleichfalls braunschwarze Ausstrahlung in das Tumorgewebe hinein, während an die hintere Circumferenz der Geschwulst (Fig. 3, e) eine förmlich melanotische Zone sich anlegt. Bei stärkerer Vergrösserung zeigt sich der Farbstoff theils frei, in Form von Körnchen und Körnchenhaufen in das interstitielle Bindegewebe des Tumors eingesprengt, hauptsächlich aber in Zellen von spindeliger und runder Form eingeschlossen und indem letztere dicht aneinanderstossen, erzeugen sie dunkle, schlauchartige Züge inmitten des ungefärbten Gewebes. So ziemlich an derjenigen Stelle, wo einerseits die aus den beschriebenen regel-

mässigen Zellen gebildete Bekleidung der Ciliarfortsätze (c) endigt, andererseits aber nach hinten zu die Verdickung und Wucherung der Pigmentschicht beginnt, tritt in ganz geringer Entfernung vom Retinalpigment nach innen zu ein Gebilde in dem Tumor hervor, welches sich durch seine besondere Färbung sowie dadurch auszeichnet, dass es von der Geschwulst offenbar nur eingeschlossen ist, also bis zu einem gewissen Grade einen integrirenden Bestandtheil derselben bildet (Fig. 3, b). Auch an ihm ist wie an den vorderen Theilen des Tumors (g) ein bogenförmig gewundener Verlauf zu erkennen. Untersucht man bei starker Vergrösserung dasselbe genauer, so ergiebt sich zunächst, dass sein Ursprung in nächster Nähe des Tapetum nigrum der Retina mitten im Tumorgewebe gelegen ist und ohne scharfe Grenze zu Stande kommt. In jenem Raume, welcher zwischen dem ersten aufsteigenden Bogen des Faltengebildes und dem processus ciliaris gelegen ist, ist das Geschwulstparenchym nur schwach entwickelt, die Zelleninfiltration gering, um so deutlicher erkennt man daher die ihn durchziehenden, schön geschwungenen Fasern des ligamentum suspensorium lentis, die vorn einerseits in den Bindegewebsquerzug eintreten, der hinter der Linse lagert (d), andererseits aber nach vorn in das Gewebe zwischen Innenfläche der Iris und Linse auslaufen. Was nun die histologische Structur des Faltengebildes betrifft, so besteht dasselbe aus einer einfachen Reihe von Zellen (Fig. 4, g), die im Allgemeinen eine cylindrische Gestalt haben, an den Enden jedoch entweder leicht abgeplattet oder spindelig verjüngt erscheinen, und einen grossen, granulirten Kern besitzen, während das Protoplasma von hyaliner Beschaffenheit ist. An beiden Seiten dieser geschlossenen Zellenreihe ist ein durch sein starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichneter Grenzcontour zu unterscheiden. Dabei ist die nach

vorn gelegene Basallinie vollkommen glatt (Fig. 4, c), während die hintere (Fig. 4, d) eine zackige, rauhe Beschaffenheit hat und an verschiedenen Stellen eine Auflagerung jener Rundzellen besitzt, wie sie den Tumor zusammensetzen. Die zackigen Stellen der hinteren Grenzleiste sind daher offenbar dadurch veranlasst, dass bei der Herstellung des Präparates die auf ihr lagernden Formelemente quer abgerissen und nur Reste der Zellen von der Basalmembran festgehalten wurden. Allem Anscheine nach ist in den durch die Falten gebildeten Räumen, welche mit Flüssigkeit gefüllt waren, ein erst schwach entwickeltes Keimlager (Fig. 4, e) von Geschwulstgewebe vorhanden gewesen, das durch Ausstreuung und Einpflanzung von anderwärts entstandenen Zellen erzeugt wurde. Betrachtet man nun die einzelnen Abschnitte des Faltengebildes genauer, so lassen sich auf der Strecke, die dasselbe von seinem Ursprung in der Ciliargegend bis zu seinem innern, der Augenaxe genäherten Ende durchzieht, gewisse Verschiedenheiten erkennen, deren eine darin besteht, dass die Dimensionen der Cylinderzellen am peripheren Theile der Falte hinter denen, die sie im weiteren Verlauf der Windungen annehmen, etwas zurückbleiben. Aber auch aus einem andern Grunde wächst der Abstand der beiden Basallinien in der besagten Richtung, nämlich deswegen, weil mehr und mehr dem Tumor entsprechende Formelemente zwischen die vorhandenen cylindrischen Zellen sich einschieben und so erreicht man bei der Durchmusterung bald die Stelle (Fig. 4, f), wo die Basalgrenze durchbrochen wird und die Falten in das übrige Geschwulstparenchym auslaufen. An allen Präparaten indessen wurde die Beobachtung gemacht, dass in den und um die cylindrischen Zellenreihen herum das Tumorgewebe fast nur aus Zellen und zwar den verhältnissmässig kleinsten besteht und die interstitielle Stützsubstanz fast ganz in demselben

zurücktritt, ein Verhalten, das in Fig. 4 gerade am wenigsten ersichtlich ist. In Bezug auf einen weiteren Punkt, nämlich die lineare Ausdehnung des Faltengebildes, ist zu bemerken, dass dieselbe, an vielen Präparaten gemessen, immer hinter jenem Maasse zurückbleibt, welches sich für die Ciliargegend des Bulbus, von jener Stelle an gerechnet, wo die Reihe cylindrischer Zellen ihren Ursprung nimmt, bis zum hinteren Ende des Musc. tensor chorioideae, ergiebt. Bezüglich der das Neugebilde nach hinten umschliessenden Kapsel (Fig. 2, k) ergiebt die mikroscopische Untersuchung, dass dieselbe zum grossen Theile eine feinfaserige Structur besitzt mit grösseren und kleineren Maschenräumen, in denen entweder blasse Rundzellen oder eine grosse Menge rother, wenig veränderter Blutkörperchen eingeschlossen sind; dazwischen finden sich hellgelb bis tiefbraun pigmentirte runde Formelemente oder ein Farbstoff, der aus Körnchen besteht und in diffuser Weise in das Gewebe eingesprengt ist. Der in Fig. 2 mit n bezeichnete Anhang des Tumors zeigt sich zusammengesetzt aus einer blassen, feinkörnigen Grundsubstanz, einem in derselben hervortretenden äusserst zarten, weitmaschigen reticulum, spärlich eingestreuten Rundzellen mit grossem Kern und rothen Blutkörperchen, die haufenweise zusammengeschichtet liegen. Offenbar ist in diesem ausserhalb der Tumorkapsel gelegenen Appendix (n) der erste Anfang für das Weiterwachsen der Geschwulst nach hinten gegeben. Was nun die Masse betrifft, welche den von dem Neugebilde und seinen Anhängen nicht ausgefüllten retrolenticulären Raum einnimmt (o), so zeigt sich dieselbe von vollkommen structurloser Beschaffenheit; da sie unter dem Messer zerbröckelt, es kann ihr Verhalten zu der anstossenden Formhaut nicht festgestellt werden und wird hinsichtlich dieses Punktes das Nähere bei der Beschreibung des linken Auges gesagt werden. Die Sclera bietet ein normales

microscopisches Bild und auch an jener Stelle, wo die Faserhaut in unmittelbare Berührung mit dem Tumor tritt (Fig. 2, l), ist nur ein oberflächliches Eindringen von Rundzellen in ihre Gewebslamellen nachzuweisen. Die Chorioidea zeigt entschieden eine mangelhafte Ausbildung; während das zur Netzhaut gehörige Pigmentepithel vollkommen regelmässig entwickelt ist und die Zellenmosaik allenthalben auf das Schönste hervortritt, hat die Aderhaut auf der Schnittfläche einen geringeren als den normalen Durchmesser und ist dabei ein gewisses Maass desselben auf Rechnung der zahlreich eingelagerten und oft heerdweise zusammengehäuften Rundzellen zu setzen. Die Gefässdurchschnitte sind spärlich und eng und die Pigmentzellen des Stromas klein, mit schwach entwickelten Ausläufern versehen und mit einem diffusen, schwach gelbbraunem Farbstoffe gefüllt. Der Ciliarmuskel ist wohl entwickelt und zeigt an vielen Stellen eine reichliche Infiltration mit runden Formelementen.

Für das mikroscopische Verhalten des linken Auges sind nur wenige und gerade nicht wesentliche Abweichungen von dem des rechten Bulbus hervorzuheben. Es fehlt hier eine kapselartige Umhüllung an der hinteren Circumferenz des Tumors und die Pigmentirung desselben ist in viel schwächerer Weise vorhanden. Die Masse, welche den einerseits von der Geschwulst, andererseits von der Chorioidea begrenzten Raum einnimmt (Fig. 1, o), ist vollkommen cohärent und gestattet daher die Anfertigung von Schnittpräparaten, aus denen zu entnehmen ist, dass sie unmittelbar an das Pigmentepithel sich anlegt und zwischen ihr und dem letzteren nirgends andere Gewebstheile vorhanden sind. Dagegen finden sich in einer schmalen, peripher gelegenen Zone von o vielfach rundliche kleinere Hohlräume und ausserdem sind in derselben zahlreiche Pigmentconglomerate eingeschlossen, die offenbar aus den Zellen des Tapetum

stammen, was man daran erkennt, dass an einzelnen Stellen innerhalb der Farbstoffeinlagerung vollständig erhaltene Elemente des Pigmentepithels vorhanden sind. Im übrigen Theile von o ist nur die amorphe, glashelle Grundsubstanz vertreten.

Ueberblicken wir den hier mitgetheilten Befund, so ergiebt derselbe bezüglich des Gehirns die mangelhafte Entwickelung der Thalami optici, sowie den vollständigen Mangel des 2. Hirnnervenpaares, bezüglich beider Bulbi das Fehlen der Retina und das Vorhandensein eines im retrolenticulärem Raume gelegenen Tumors. Zum Verständnisse des genetischen Zusammenhanges aller dieser Thatsachen ist vor Allem das Verhalten der Geschwulst zu berücksichtigen und die Frage zu erörtern, auf welchem Keimboden sich dieselbe entwickelt habe. Es geht in dieser Hinsicht aus dem Detail der mitgetheilten Untersuchung mit der grössten Bestimmtheit hervor, dass das Pseudoplasma sich in einer innerhalb der Chorioidea gelegenen Matrix gebildet habe. Allenthalben tritt ja die Aderhaut mit ihren Contouren, ihren Gewebsschichten deutlich hervor und nirgends lässt sich im Betreff der topographischen Beziehungen derselben zur Geschwulst ein anderes Verhältniss erkennen als das der blossen Umhüllung, nirgends lässt sich ein Anhaltspunkt dafür auffinden, dass sie eine primäre Rolle bei der Entstehung des Neugebildes vertreten habe. Erscheint es demnach natürlich, den Tumor in Zusammenhang zu bringen mit der Netzhaut des Auges und die Frage aufzuwerfen, ob nicht der Mangel der letzteren geradezu erklärt werden müsse durch den Umstand, dass ein Pseudoplasma sich in ihr entwickelt habe und an die Stelle ihrer Gewebsschichten getreten sei: so ist diese Auffassung a priori insofern zulässig, als wir gesehen haben, dass die histologischen Verhältnisse der Geschwulst jenem Typus — in unserem Falle speziell

Gliosarcoma — entsprechen, welchen die aus retinalem Gewebe hervorkeimenden Tumoren darzubieten pflegen. Als directer Beweis aber eines in der angedeuteten Richtung vorliegenden Connexes muss der Befund gelten, dass inmitten der Geschwulst Gewebstheile sich finden, welche der Structur bestimmter Netzhautpartien vollkommen entsprechen und demnach als Reste der durch sie zerstörten Matrix auftreten. Wir erkennen die letzteren in jenem Gebilde, welches in mehrfacher Faltung die seitlichen und vorderen Abschnitte der Geschwulst durchzieht und aus einer einfachen Reihe cylindrischer Zellen mit hyalinem Basalcontour zusammengesetzt ist. Offenbar kann dasselbe in keinem anderen Sinne als dem eines hinteren, von der Chorioidea abgelösten Abschnittes einer pars ciliaris retinae gedeutet werden. Der vordere Theil der letzteren ist als eine aus cubisch geformten Zellen bestehende Bekleidung in directer Verbindung mit der Innenfläche der Ciliarfortsätze geblieben. Ist nun ohne Zweifel eine vollkommen ausgebildete pars ciliaris gegeben, so folgt daraus, dass auch die eigentliche Retina mit ihren normalen Schichten existirt haben muss und dass es nur die Geschwulst gewesen sein kann, welche sie vollkommen desorganisirte und durch die ihr Gewebe allmälig verdrängt wurde. Da wir das Neugebilde in seiner Hauptmasse (Fig. 1 und 2, d) unmittelbar hinter der Linse finden und (Fig. 1) keine Spur von Verbindung einerseits mit der Innenfläche der eigentlichen Aderhaut, andererseits aber mit jener Stelle nachweisen können, wo der Nervus opticus in das Auge einzutreten pflegt, so ist die Schlussfolgerung vollkommen gerechtfertigt, dass die im Gewebe des Tumors untergegangene Retina in toto von der Chorioidea abgelöst wurde und ebenso ihre Verbindung mit der Eintrittsstelle des Sehnerven vollständig verlor. In Uebereinstimmung mit dem eben Gesagten steht es, dass sich trotz der über

die ganze Retina bereits verbreiteten gliomatösen Entartung die mit der Ablösung verknüpfte Faltenbildung noch auf das Deutlichste in dem genauer beschriebenen Verhalten des vorderen Abschnittes der Geschwulst ausspricht, in der bogenförmigen Anordnung nämlich, welche das Gerüste des Tumors, soweit er gegen die hinter der Linse gelegene quere Bindegewebsplatte (Fig. 3, d) herantritt, erkennen lässt (Fig. 3, g). Diese Windungen stellen demnach nichts Anderes als die Fortsetzung jener Bogenlinien dar, in welchen der gleichfalls abgelöste hintere Abschnitt der pars ciliaris an der vorderen und seitlichen Grenze des Tumors erscheint (Fig. 3, b). Die nächste Frage ist nun darauf gerichtet, in welchem Momente die Causa amovens für die Netzhaut gesucht werden müsse und in dieser Richtung wäre zunächst festzustellen, ob nicht der Tumor als solche anzusehen sei. Aus mehrfachen Gründen indessen dürfte die eben gemachte Supposition abzuweisen sein. Einmal wäre es gewiss merkwürdig, dass in beiden Augen das Gliosarcom den vollkommen identischen Effect bezüglich der Art der Ablösung der Retina von der Chorioidea und der völligen Abtrennung derselben von der Eintrittsstelle des Sehnerven geäussert haben sollte. Wenn Netzhautabhebung durch Markschwammbildung veranlasst wird, so geschieht das gewöhnlich in der Weise, dass die Retina an den Orten, wo ihre Puncta fixa gegeben sind, nämlich an der Ora serrata und an dem Eintritte des Nervus opticus befestigt bleibt und in vielen Fällen bildet dann gerade diese letztere Stelle die Brücke zur Propagation der Tumorelemente in das Gewebe des Sehnerven und in die retrobulbären Gebilde hinein. Andererseits unterliegt es keinem Zweifel, dass die gegebene congenitale Microphthalmie durch die Netzhautabhebung entstanden war; würde man die Gliose als die Ursache der letzteren bezeichnen wollen, so müsste sich daran die Voraussetzung

knüpfen, dass die Bildung des Markschwammes in der Retina bereits in der 2. Hälfte des Fötallebens erfolgt sei und es würde sich also ein Zeitraum von circa 19 Monaten, vom Datum der Entstehung der Geschwulst bis zum Lebensende des Kindes gerechnet, ergeben. Da nun ferner nach den Resultaten der anatomischen Untersuchung der Bulbi und nach den klinischen Beobachtungen nicht angenommen werden kann, dass der Beginn der entzündlichen Periode vor Ablauf mehrerer weiterer Monate zu Stande gekommen wäre, so dünkt es, — wenn auch nach den statistischen Erhebungen feststeht, dass gerade die congenitalen Fälle des Markschwammes der Netzhaut (Hirschberg, Monographie, pag. 219) durch einen verhältnissmässig langsamen Verlauf characterisirt sind, — für unsern vorliegenden Fall wegen einer eventuellen Gesammtdauer des ersten latenten Stadiums der Gliose von mehr als 2 Jahren, wahrscheinlicher zu glauben, dass der ganze Connex zwischen Gliombildung und Netzhautabhebung in anderer Weise als der oben angenommenen gedeutet werden müsse. Mit Recht ist also die Schlussfolgerung aufzustellen, dass die Netzhautabhebung aus anderen Ursachen in der 2. Hälfte des Embryonallebens entstanden und dass die Retina gerade deswegen, weil sie vorher von der Aderhaut sich abgelöst hatte, zur Matrix des Gliosarcoms geworden sei. — Die Untersuchung hat ferner ergeben, dass das 2. Hirnnervenpaar vollständig fehlte, die Thalami optici ausserordentlich schwach entwickelt waren und nur ganz undeutlich von den gestreiften Körpern sich abgrenzten. Offenbar ist in diesen Thatsachen der Effect einer gemeinschaftlichen Störung ausgesprochen, welche in einem gewissen Stadium der fötalen Entwicklung zu wirken begann und auf der einen Seite die Ausbildung der Sehhügel beeinträchtigte, während andererseits die Brücke zwischen denselben und der abgelösten Netzhaut, der Nervus opticus, völlig zer-

stört wurde. Es ist nun zunächst festzustellen, ob der Gang, welchen der destructive Process eingehalten, ein centripetaler gewesen oder ob der letztere vielmehr in den Thalamis begonnen worden und auf die Netzhaut durch die Bahn des Sehnerven fortgeschritten sei. Der erstere, centripetale Modus der Erkrankung ist schon in Rücksicht auf den Zeitpunkt, auf den sich der Beginn derselben zurückführen lässt, der wahrscheinlichere. Wenn es auch nicht möglich ist, in dem Tumor Reste der eigentlichen Retina mit ihren verschiedenen Schichten zu erkennen, so beweist doch der Umstand, dass eine völlig ausgebildete und differenzirte Pars ciliaris derselben vorhanden ist, eine zur Zeit des Anfanges der Störung bereits zu Stande gekommene Ausbildung der Netzhaut selbst. Die Bulbi hatten also beim Eintritt der Amotio retinae die ersten Stadien der Entwicklung längst hinter sich, die Einstülpungsvorgänge der Crystalllinse wie des Glaskörpers waren vollzogen, der Verschluss der Augenspalte zu Stande gekommen und der Sehnerv selbst, nachdem der in ihm ursprünglich enthaltene Centralkanal durch Wandverdickung und im vorderen, dem Augapfel zugekehrten Abschnitte auch durch Einstülpung ausgefüllt worden war, ein vollständig solides Gebilde geworden. Bei dieser Sachlage ist es schwer verständlich, wie ein destructiver Vorgang, z. B. eine Hydropsie, dessen Ausgangspunkt die Thalami gewesen wären und der eine völlige Zerstörung des 2. Hirnnervenpaares zu Stande gebracht hätte — ein Effect, für den es in der Literatur über Anencephalie, Anophthalmie und Cyclopie nicht an Analogien fehlt und hinsichtlich deren hauptsächlich die Beobachtungen von Rudolphi, Klinkosch, Magendie, Tiedemann, Eller, Rollof, Prochaska, Lenhossek u. A. in Betracht kämen — bei seinem Vordringen bis zur Retina eine Ablösung derselben veranlasst haben sollte. Demgemäss erscheint es viel natür-

licher, die Erklärung des Zusammenhanges der ganzen Störung auf Grundlage des oben erörterten Standpunktes zu versuchen, wornach die einfache Netzhautablösung als das primäre Moment anzusehen ist und als der Grund, durch welchen die vollständige Atrophie des 2. Hirnnervenpaares und ein sehr weitgehender Schwund der Thalami veranlasst wurde. Wenn auch eine genauere Angabe über die Aetiologie der Amotio retinae nicht gemacht werden kann, so ist doch bei der anerkannten Häufigkeit, in welcher fötale Augenkrankheiten im Allgemeinen beobachtet werden, a priori an der Richtigkeit und Zulässigkeit der Annahme, wonach die vorliegende Netzhautablösung als das Product einer localen Erkrankung anzusehen wäre, nicht zu zweifeln. Ausserdem aber geht aus dem Obductionsprotocolle Köster's hervor, dass auch am Herzen mehrfache angeborene Anomalien gefunden wurden. — Die Ablösung der Retina vom Sehnerven erfolgte wohl aus einfach mechanischen Gründen dadurch, dass die abgelöste Membran in ihrem Wachsthum zurückblieb, während die übrigen Formhäute dasselbe fortsetzten und so trat für den Nervus opticus jene Abtrennung seinem peripheren Centrum gegenüber ein, die vollkommen analog ist jenem Zustande, in welchem bei den Experimenten Gudden's (Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Bd. II, pag. 713 u. f.) derselbe nach der Enucleatio bulbi bei eben geborenen Thieren versetzt wurde. In vollstem Einklange mit den von dem genannten Forscher dabei gemachten Beobachtungen (dasselbe Archiv pag. 720 *Anmerkung) steht es, dass in unserem Falle der Opticus vollständig bis zu seinem Ursprungsgebiete atrophirt war. Ausdrücklich hebt Gudden an der zuletzt genannten Stelle hervor, dass der Grad des Schwundes, welchem der Nervus opticus verfällt, wenn die Retina neugeborener Thiere zerstört wird, ein weitaus höherer sei als jener, der nach

der in den ersten Lebenstagen vorgenommenen Entfernung der im Grosshirn gelegenen Sehnervencentren sich entwickelt. Zieht man dabei noch den Umstand in Betracht, dass in unserem vorliegenden Falle die Abtrennung der Retina vom Opticus bereits in der letzten Hälfte des Fötallebens erfolgt ist, dass ferner die Lebensdauer des Kindes in beträchtlicherer Weise über jenen Zeitraum hinausgreift, welchen Gudden bei seinen Versuchsobjecten bis zur Vornahme der Section verstreichen liess, so ergiebt sich aus dem frühzeitigen Beginn der Atrophie und dem späteren Termin der Untersuchung eine ausreichende Erklärung dafür, dass das 2. Hirnnervenpaar vollständig fehlte. Nachdem dasselbe den höchsten Grad der Rückbildung erreicht hatte, genügte das weitere Wachsthum des Schädels und Gehirns, um ein Durchreissen der dünnen bindegewebigen Reste herbeizuführen und dieselben haben sich dann wohl nach ihren resp. Befestigungspunkten zurückgezogen und sind dort völlig eingeschrumpft. Auf denselben Grund wie die Atrophie der nn. optici ist die Involution der Sehhügel zurückzuführen. Soviel über die eine Seite der Frage, welche sich auf den ursprünglichen Angriffspunkt der Störung bezog. Was den Termin betrifft, an dem die Tumorentwicklung in der abgelösten Retina begann, so ist derselbe, wie bereits früher erörtert wurde, aus Gründen, die mit dem von der Geschwulst erreichten Entwicklungsstadium zusammenhängen, in die erstere Zeit nach der Geburt zu verlegen. Den eigentlichen Anstoss zur Umwandlung der Retina in ein gliosarcomatöses Pseudoplasma mag die hochgradige Beschränkung der Ernährung geboten haben, welche für die Netzhaut eintrat, als sie vom Sehnerven abgelöst wurde und damit den Zusammenhang mit der Centralarterie verlor. Die verhältnissmässig intacte Beschaffenheit, welche die von dem Tumor eingeschlossene

Pars ciliaris darbot, erklärt sich ausreichend aus der einfachen Structur dieses Netzhautabschnittes, dem die Körnerschichten fehlen. Schliesslich dürfte noch hervorzuheben sein, dass, nachdem jene Membran des Bulbus, welche dem vorderen Blatte der secundären Augenblase entspricht, in einen pathologischen Zustand versetzt worden war, auch die der hinteren Lamelle derselben entsprechende Gewebslage, das Retinalpigment nämlich, sich an dem Processe betheiligt hat.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI und VII.

Fig. 1. Horizontalschnitt des linken Auges (untere Hälfte).
a Hornhautgrenze, b vordere Schicht des Linsenkörpers, c quere Bindegewebsplatte zwischen der hinteren Linsenkapsel und der Vorderfläche des Tumors, d Tumor, e Musculus abducens, f Chorioidea, g Sclera, h Vasa ciliaria posteriora, i Iris.

Fig. 2. Verticalschnitt des rechten Auges (laterale Hälfte, die nach rechts gelegene Seite ist die obere).
a Hornhautgrenze, b periphere Zone der Linse, c vordere Linsenkapsel, d Tumor, e neoplastische Schicht vor der vorderen Linsenkapsel, f Chorioidea, g Sclera, h Vasa ciliaria postica, i Kernschicht der Linse, k Kapsel des Tumors, l Stelle, wo der Tumor die Chorioidea durchwachsen hat, m hinterer Fortsatz der Geschwulst, n Appendix derselben, grösstentheils aus amorpher Grundsubstanz bestehend, in die ein zartes Bindegewebsreticulum und sehr spärliche Rundzellen eingelagert sind, o Raum hinter dem Tumor, der mit amorpher Substanz ausgefüllt war.

Fig. 3. Verticalschnitt durch die vordere Gegend des rechten Auges (22 Mal vergrössert).
a a^1 Fortsätze der hinter der Linse verlaufenden queren Bindegewebsplatte (d), b abgelöster (hinterer) Theil der Pars ciliaris retinae, c vorderer Abschnitt der Pars ciliaris retinae, e pigmentirter Theil der Geschwulst, f Iris, g vordere bogenförmige Grenze des Tumors.

Fig. 4. Horizontalschnitt durch die Ciliargegend des linken Auges (320 Mal vergrösssert, Carminpräparat).
a Gewucherte Schicht des Retinalpigmentes, b Geschwulstheerd, aus verschieden geformten Zellen bestehend, c und d hyaline Basalmembran, e Rundzellen, der letzteren auf-

gelagert, f Uebergangsstelle zwischen Faltengebilde und Tumor, g Stelle in der Nähe des Ursprungs des Faltengebildes (Pars ciliaris retinae).

Fig. 5. Zerzupfungspräparat (Carmin) von einem Verticalschnitt des rechten Auges (320 Mal vergrössert).

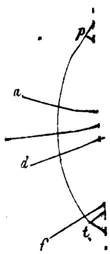
a Zellen der Pars ciliaris retinae, b Geschwulstelemente und körnige Intercellularsubstanz aus dem Zwischenraum der Falte (cf. Fig. 4 e).

Berichtigung.

In der Arbeit von R. Schirmer: Ueber erworbene und angeborene Anomalien des Farbensinnes, in diesem Archiv Band XIX, Abth. 2 auf Seite 198, in der unter A U stehenden verticalen Reihe der Tabelle lies:

bei blau 67° statt 48°,
bei gelb 63° statt 45° (61°),
bei orange (gelb) 45° (65°) statt 45° (68°).

Druck von W. Büxenstein in Berlin.



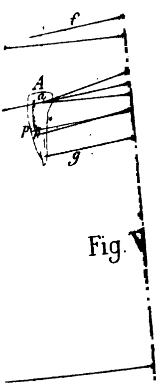


Fig.

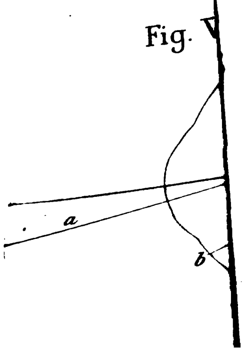


Fig.

Fig. 1.

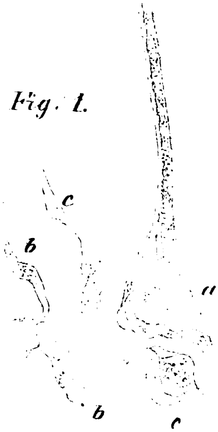


Fig. 2.



Fig. 3.

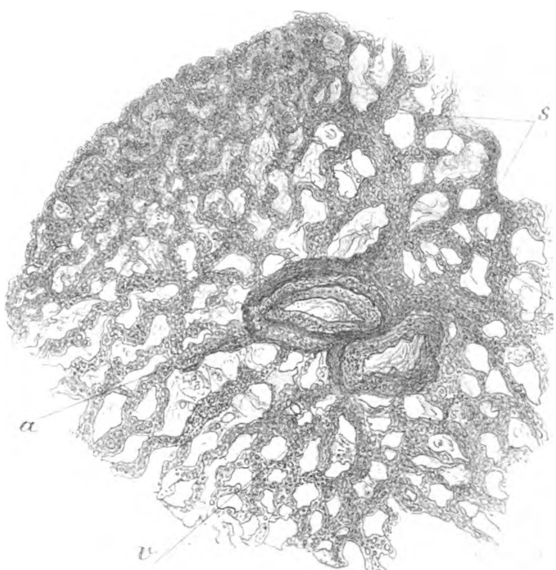
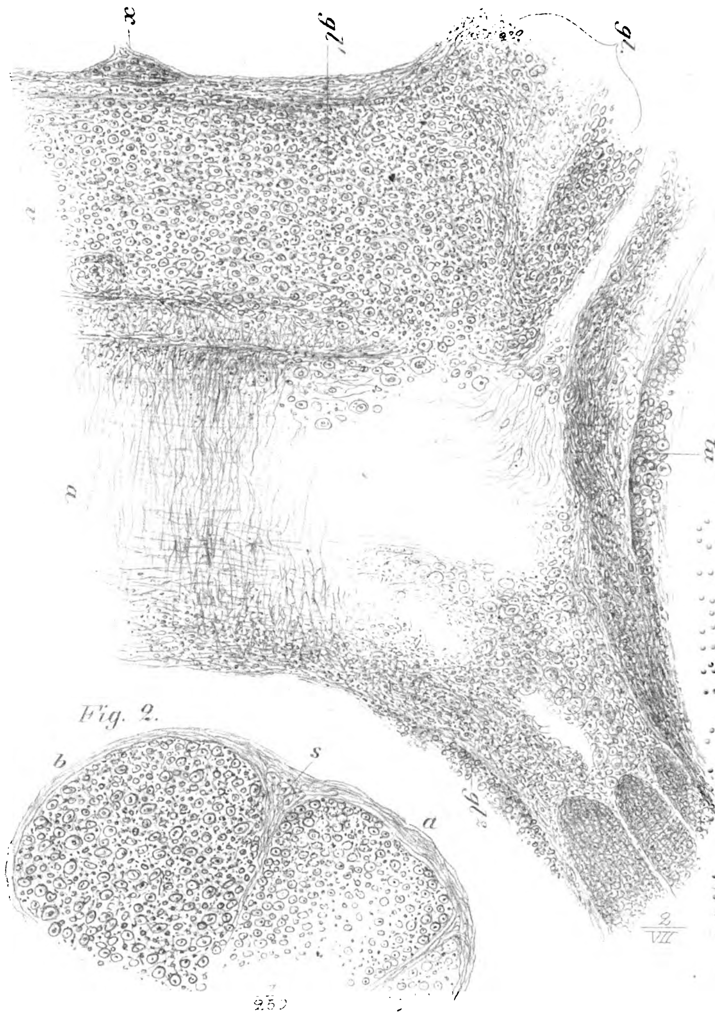


Fig. 1.



A

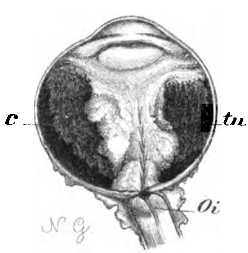
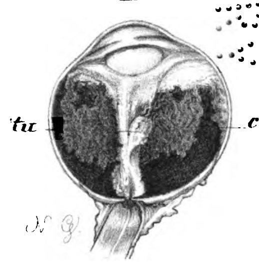


Fig. 3.



B



A. Dworzaczek gez. A. Schütze Lith. Inst. Berlin

Fig. 2.

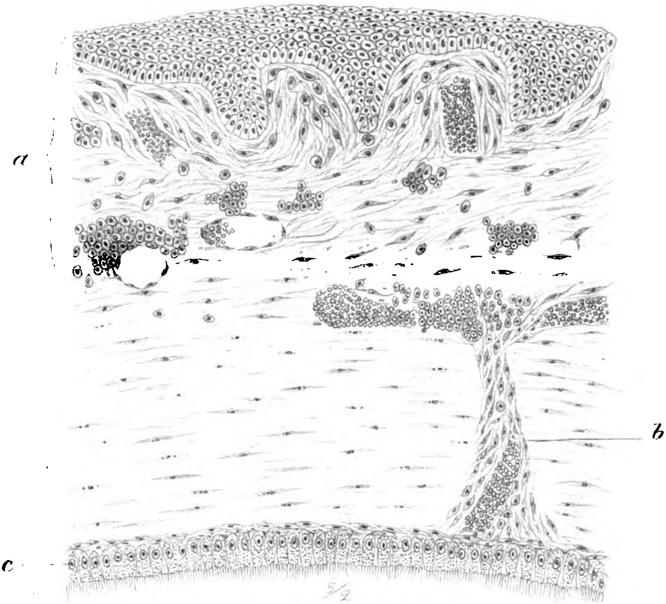


Fig. 3.



Fig. 1.

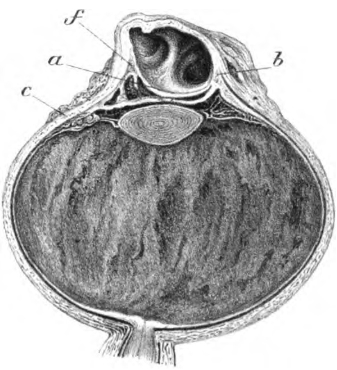
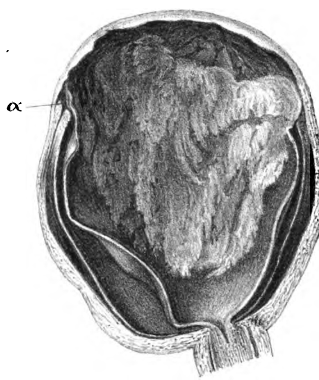


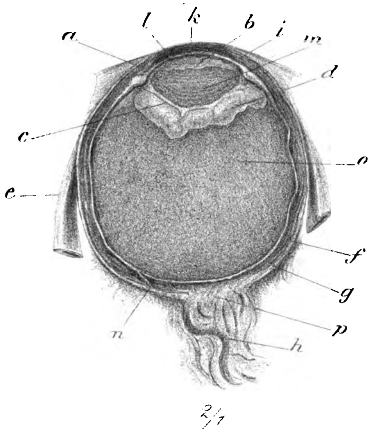
Fig. 4.



A. Schütze Lith. Inst. Berlin

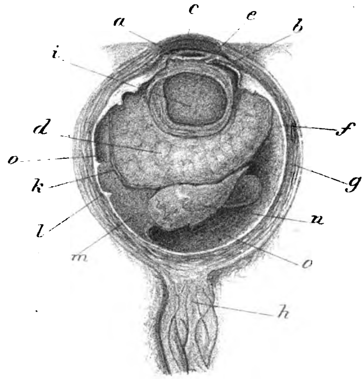
Taf. VI.

Fig. 1.



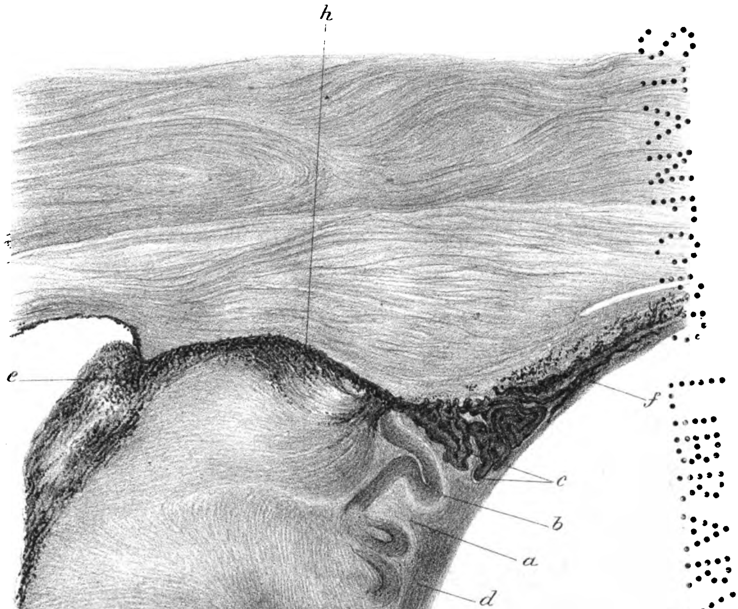
2/1

Fig. 2.



2/1

Fig. 3.

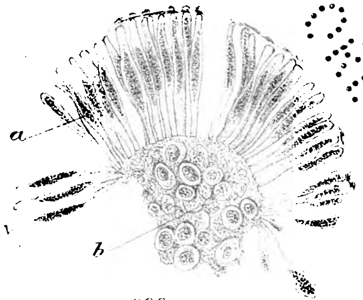


25/1

Rabus del.

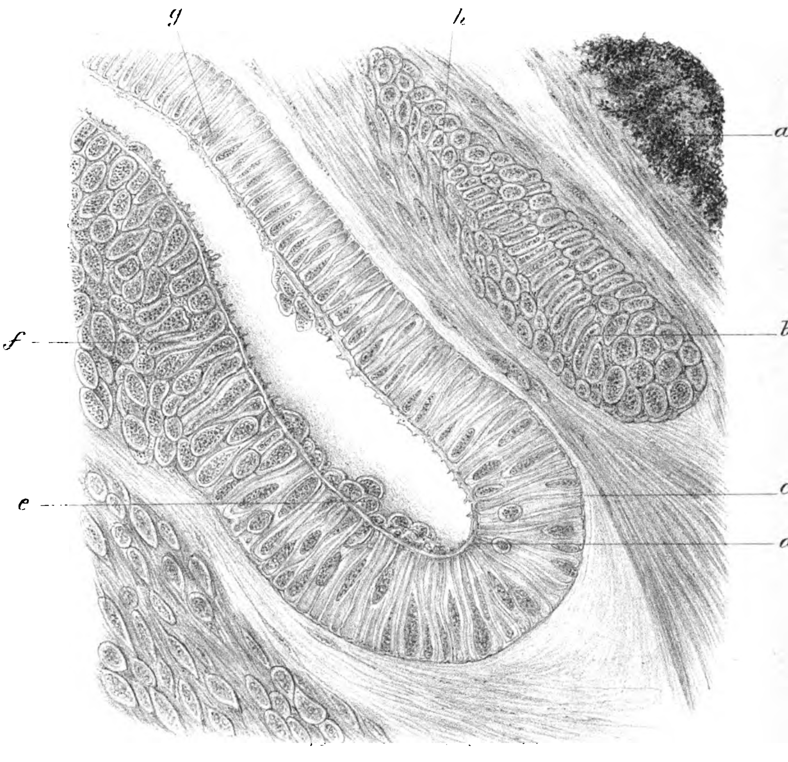
Alb. Schütze Lith. Inst. Berlin.

Fig. 5.



320/1

Fig. 4.



320/1

Rabus del. Lith. Anst. Berlin